



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Disipadores de Fluido Viscoso Para Mejorar La Respuesta
Sísmica en una Edificación de 12 pisos en Puno - 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Abarca Vargas, Harold Uriel (ORCID: 0000-0003-3615-5365)

Condori Huanacuni, Wilson (ORCID: 0000-0001-9003-3102)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria:

Dedico el presente a mi madre por haberme educado y forjado como la persona que soy en la actualidad, todos mis logros se deben a tu persona. Tú me diste la motivación necesaria para poder realizar y alcanzar mis metas y objetivos.

Bach. Harold Uriel Abarca Vargas

Dedicatoria:

A las personas que me dieron la vida, con inmenso amor y gratitud a mis queridos padres Juan Jorge y Alicia, quienes con su incansable aliento y permanente apoyo me brindaron la oportunidad de formarme profesionalmente y porque a lo largo de mi vida me han ayudado a ver siempre un buen mañana y un gran futuro.

Bach. Wilson Condori Huanacuni

Agradecimientos:

Nuestra tesis la dedicamos a Dios y a todos nuestros seres queridos por darnos su apoyo incondicional para cumplir con las metas planteadas y acércanos más a metas personales.

A la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO por ofrecernos la posibilidad de formarnos como profesionales.

A nuestros asesores de tesis, la Mg. Susy Giovana Ramos Gallegos que en paz descanse y al Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto, por su apoyo y dedicación, el cual, con sus conocimientos, su experiencia y su motivación ha logrado que podamos terminar nuestra tesis con éxito.

A todas esas personas que han formado parte de nuestras vidas profesionales, y a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles, sin importar en donde estén darles las gracias, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.

Bach. Harold Uriel Abarca Vargas

Bach. Wilson Condori Huanacuni

Índice de contenido

Dedicatoria:.....	ii
Agradecimientos:	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	ix
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	40
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	40
3.2 Variables y operacionalización	40
3.3 Población, muestra, muestreo	42
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación	42
3.5 Procedimientos.....	44
3.6 Método de análisis de datos	45
3.7 Aspectos éticos	45
IV. RESULTADOS.....	47
V. DISCUSIÓN	143
VI. CONCLUSIONES	147
VII. RECOMENDACIONES	148
REFERENCIAS	149
ANEXOS.....	154

Índice de tablas

Tabla 1 Factores de Zona (Z)	34
Tabla 2 Resultados de confiabilidad del instrumento.	43
Tabla 3 Interpretación del coeficiente Alfa de Cronbach.	44
Tabla 4 Criterios de estructuración y diseño.	52
Tabla 5 Predimensionamiento de Vigas.	55
Tabla 6 Predimensionamiento de Losa Aligerada.....	56
Tabla 7 Predimensionamiento de Losa Maciza	56
Tabla 8 Predimensionamiento de Columnas	57
Tabla 9 Predimensionamiento de Placas.....	58
Tabla 10 Cargas de la edificación.....	58
Tabla 11 Metrado de carga muerta y carga viva del piso 12.	59
Tabla 12 Metrado de carga muerta y carga viva de pisos 11 al 3.	59
Tabla 13 Metrado de carga muerta y carga viva del piso 2.....	60
Tabla 14 Metrado de carga muerta y carga viva del piso 1.....	60
Tabla 15 Parámetros Sísmicos.....	61
Tabla 16 Revisión de Irregularidad en Altura según Norma E.030.....	74
Tabla 17 Revisión de Irregularidad en Planta según Norma E.030.....	74
Tabla 18 Revisión del sistema estructural en los ejes X-X y Y-Y	75
Tabla 19 Desplazamientos Máximo Estáticos en el Eje X y Y.	77
Tabla 20 Distorsiones de Entrepiso o Derivas en el Eje X y Y.	77
Tabla 21 Esfuerzos cortantes máximos en el Eje X y Y.....	78
Tabla 22 Parámetros sísmicos para ambas direcciones para el análisis dinámico modal espectral.	79
Tabla 23 Verificación de la Cortante Estático y Dinámico en el Eje X.	82
Tabla 24 Verificación de la Cortante Estático y Dinámico en el Eje Y.....	82
Tabla 25 Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral en X.....	83
Tabla 26 Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral en Y.....	83
Tabla 27 Modos de vibración de la Estructura – 12 Pisos.	84
Tabla 28 Desplazamientos Máximos Dinámicos.....	85
Tabla 29 Distorsión de Entrepiso Dinámicos	85

Tabla 30 Esfuerzo cortante dinámico máximo.	86
Tabla 31 Parámetros sísmicos para ambas direcciones para el análisis dinámico modal espectral con $R=1$	87
Tabla 32 Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral con $R=1$ en X.....	89
Tabla 33 Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral con $R=1$ en Y.....	89
Tabla 34 Control de derivadas Caso 1 - Ica 2007, en la dirección X.....	94
Tabla 35 Control de derivadas Caso 1 - Ica 2007, en la dirección Y.....	94
Tabla 36 Control de derivadas Caso 2 - Ica 2007, en la dirección X.....	95
Tabla 37 Control de derivadas Caso 2 - Ica 2007, en la dirección Y.....	95
Tabla 38 Control de derivadas Caso 1 – Lima 1966, en la dirección X.	98
Tabla 39 Control de derivadas Caso 1 – Lima1966, en la dirección Y.	98
Tabla 40 Control de derivadas Caso 2 – Lima 1966, en la dirección X.	99
Tabla 41 Control de derivadas Caso 2 – Lima 1966, en la dirección Y.	99
Tabla 42 Control de derivadas Caso 1 – Lima 1974, en la dirección X.	102
Tabla 43 Control de derivadas Caso 1 – Lima1974, en la dirección Y.	102
Tabla 44 Control de derivadas Caso 2 – Lima 1974, en la dirección X.	103
Tabla 45 Control de derivadas Caso 2 – Lima 1974, en la dirección Y.	103
Tabla 46 Control de las derivas con el análisis dinámico tiempo historia lineal en X.	104
Tabla 47 Control de las derivas con el análisis dinámico tiempo historia lineal en Y.	104
Tabla 48 Relación entre las derivas del análisis tiempo historia y el análisis dinámico espectral con $R=1$, en X.....	105
Tabla 49 Relación entre las derivas del análisis tiempo historia y el análisis dinámico espectral con $R=1$, en Y.....	105
Tabla 50 Sismo de diseño elegido Caso 2 – Ica 2007 con 100% sismo E-W en X.	106
Tabla 51 Sismo de diseño elegido Caso 2 – Ica 2007 con 100% sismo E-W en Y.	106
Tabla 52 Parámetros de los sismos de análisis establecidos por el Comité VISION 2000.....	107

Tabla 53 Definiciones del desempeño estructural según las publicaciones NEHRP y VISION 2000.	108
Tabla 54 Sismos de análisis y desempeño esperado en las edificaciones. ...	108
Tabla 55 Clasificación según tipo de estructura.....	109
Tabla 56 Relación de deriva para definir el estado de daño de la estructura.	110
Tabla 57 Derivas máximas vs derivas objetivos en el eje X.....	111
Tabla 58 Derivas máximas vs derivas objetivos en el eje Y.....	111
Tabla 59 Dimensiones del brazo metálico ROUND HSS 20.00 x 0.375.	112
Tabla 60 Masa y peso sísmico de la edificación 12 pisos.	115
Tabla 61 Desplazamientos del modo 1.....	115
Tabla 62 Desplazamiento en ambos extremos del pórtico.	116
Tabla 63 Cálculos generales para el amortiguamiento no lineal del disipador.	116
Tabla 64 Masa y peso sísmico de la edificación 12 pisos.	118
Tabla 65 Desplazamientos del modo 1.....	119
Tabla 66 Desplazamiento en ambos extremos del pórtico.	119
Tabla 67 Cálculos generales para el amortiguamiento no lineal del disipador.	120
Tabla 68 Control de derivas de análisis dinámico - tiempo historia no lineal con disipadores en el eje X.....	122
Tabla 69 Control de derivas de análisis dinámico - tiempo historia no lineal con disipadores en el eje Y.....	123
Tabla 70 Fuerza de los disipadores en el eje 2-2 en la dirección X.	129
Tabla 71 Fuerza de los disipadores en el eje 6-6 en la dirección X.	130
Tabla 72 Fuerza de los disipadores en el eje A-A de la dirección Y.....	131
Tabla 73 Fuerza de los disipadores en el eje D-D de la dirección Y.	131
Figura 92 Disipadores de fluido viscoso en el eje 6-6 en la dirección X.....	132
Tabla 74 Numero de disipadores por fuerza axial.....	132
Tabla 75 Modos, periodos y masa definidas en el análisis no lineal con disipadores.	133
Tabla 76 Desplazamientos laterales con y sin disipadores en el eje X.	134
Tabla 77 Porcentaje de reducción de desplazamientos laterales en el eje X.	134
Tabla 78 Desplazamientos laterales con y sin disipadores en el eje Y.	135

Tabla 79	Porcentaje de reducción de desplazamientos laterales en el eje Y.	135
Tabla 80	Derivas de entrepiso con y sin disipadores de fluido viscoso en el eje X.	136
Tabla 81	Porcentaje de reducción de derivas en el eje X.	137
Tabla 82	Derivas de entrepiso con y sin disipadores de fluido viscoso en el eje Y.	137
Tabla 83	Porcentaje de reducción de derivas en el eje Y.	138
Tabla 84	Fuerzas cortantes basales con y sin disipadores en el eje X.	139
Tabla 85	Porcentaje de reducción de fuerzas cortantes basales en el eje X.	139
Tabla 86	Fuerzas cortantes basales con y sin disipadores en el eje Y.	140
Tabla 87	Porcentaje de reducción de fuerzas cortantes basales en el eje Y.	140

Índice de figuras

Figura 1 Disipadores de Energía.....	11
Figura 2 Comportamiento Histerético de un Dispositivo con fluido Viscoso.....	12
Figura 3 Desplazamiento Vs Fuerza (Curva Histerética) de un Disipador Viscoso.....	13
Figura 4 Comportamiento de los Disipadores Viscosos.....	14
Figura 5 Principio de la Activación del Disipador de Fluido Viscoso.....	15
Figura 6 Componentes o partes de un Disipador Viscoso.....	15
Figura 7 Partes de una Disipador de Fluido Viscoso.....	16
Figura 8 Detalle de la Cabeza del Pistón.....	17
Figura 9 Funcionamiento de los Disipadores Viscosos (Tracción y Compresión).....	18
Figura 10 Conexiones en la Disposición Diagonal.....	18
Figura 11 Disposición Chevron (Hart y Wong, 2000).....	20
Figura 12 Los Refuerzo Adicional que se Emplea en la Disposición Chevron.....	20
Figura 13 Disipadores Viscoso, Ubicados en la Base del Edificio.....	21
Figura 14 Disipadores Viscosos, ubicados en forma diagonal.....	22
Figura 15 Colocación de disipador diagonal en la Nueva Sede del Banco de la Nación – Perú.....	22
Figura 16 El Comportamiento de un Sistema Pórtico Ante un Evento Sísmica.....	23
Figura 17 Disipador de Energía Viscoso en el pórtico de análisis.....	24
Figura 18 Desplazamiento del Disipador Viscoso en los Momentos (t_1) y (t_3).....	24
Figura 19 Relación Fuerza - Velocidad de los Disipadores-.....	26
Figura 20 Balance Energético de un Edificio con Disipadores Viscoso.....	28
Figura 21 Modo de Vibración en una Edificación.....	33
Figura 22 La Zonificación.....	35
Figura 23 Ubicación Satelital.....	47
Figura 24 Fotografía satelital del terreno.....	48
Figura 25 Plano en Planta de Arquitectura del Primer Nivel.....	49
Figura 26 Plano en Planta de Arquitectura del Segundo Nivel.....	50
Figura 27 Plano en Planta típica de Arquitectura del Tercer a Doceavo nivel.....	51
Figura 28 Plano de estructuración del nivel 1º y 2º.....	53

Figura 29	Plano de estructuración del nivel 3º al 12º.....	54
Figura 30	Dimensiones de una Viga.	55
Figura 31	Predimensionamiento de Losas	56
Figura 32	Predimensionamiento de Columnas.....	57
Figura 33	Datos de la Malla en los Ejes X y Y.....	62
Figura 34	Configuración de la Altura de Pisos de la Edificación.....	63
Figura 35	Definición del Concreto $f'_c=210$ kg/cm ²	63
Figura 36	Definición del Acero de Refuerzo.	64
Figura 37	Sección de Columna Cuadrada de 0.80x0.80 m	64
Figura 38	Sección de Viga de 0.35x0.70 m.	65
Figura 39	Losa Aligerada de 25cm de Espesor.....	65
Figura 40	Vista en Planta de Elementos Estructurales.....	66
Figura 41	Vista isométrica de la Estructura.	67
Figura 42	Asignación y discretización de Pier Labels en las placas.	67
Figura 43	Condición de Apoyo en la Base.	68
Figura 44	Asignación de las cargas.	68
Figura 45	Asignación del diafragma rígido.	69
Figura 46	Asignación del brazo rígido.	69
Figura 47	Definición de la Masa de la Estructura.	70
Figura 48	Definición del patrón de carga sísmica en X.....	70
Figura 49	La Definición del patrón de carga sísmica en Y.....	71
Figura 50	Modo de vibración 1, traslación en dirección de X.....	71
Figura 51	Modo de vibración 2, traslación en dirección de Y.....	72
Figura 52	Corrección del patrón de carga sísmica en X.	73
Figura 53	Corrección del patrón de carga sísmica en Y.	73
Figura 54	Corrección del patrón de carga sísmica en X.	76
Figura 55	Corrección del patrón de carga sísmica en Y.	76
Figura 56	Espectro de respuesta para el sentido X e Y.....	79
Figura 57	Definición de datos del caso modal.	80
Figura 58	Definición de la función del espectro de respuesta.....	80
Figura 59	Definición de los datos del análisis para X y Y.	81
Figura 60	Definición de las combinaciones de carga.....	81
Figura 61	Espectro de respuesta con $R=1$ para el sentido X e Y.	87

Figura 62 Definición de la función del espectro de respuesta con $R=1$.	88
Figura 63 Definición de los datos del análisis para X y Y.	88
Figura 64 Corrección por línea base y filtrado del Acelerograma E-W, sismo Ica-2007.	90
Figura 65 Comparación entre el registro sísmico $R=1$ sin escalar, con el registro sísmico E – W, sismo Lima 1974.	91
Figura 66 Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, E-W Ica 2007.	92
Figura 67 Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, N-S Ica 2007.	92
Figura 68 Definición del Caso 1 – Ica 2007 con 100% sismo N-S en X y 100% sismo E-W en Y.	93
Figura 69 Definición del Caso 2 – Ica 2007 con 100% sismo E-W en X y 100% sismo N-S en Y.	93
Figura 70 Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, E-W Lima 1966.	96
Figura 71 Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, N-S Lima 1966.	96
Figura 72 Definición del Caso 1 – Lima1966 con 100% sismo N-S en X y 100% sismo E-W en Y.	97
Figura 73 Definición del Caso 2 – Lima 1966 con 100% sismo E-W en X y 100% sismo N-S en Y.	97
Figura 74 Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, E-W Lima 1974.	100
Figura 75 Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, N-S Lima 1974.	100
Figura 76 Definición del Caso 1 – Lima1974 con 100% sismo N-S en X y 100% sismo E-W en Y.	101
Figura 77 Definición del Caso 2 – Lima 1974 con 100% sismo E-W en X y 100% sismo N-S en Y.	101
Figura 78 Ubicación de los disipadores viscosos en la dirección X y Y.	113
Figura 79 Ingreso de los valores para el eje X.	117
Figura 80 Ingreso de los valores para el eje Y.	121

Figura 81 Ubicación de los disipadores en los ejes X y Y.....	122
Figura 82 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K45 y K46.	124
Figura 83 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K75 y K76.	125
Figura 84 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K47 y K48.	125
Figura 85 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K57 y K58.	126
Figura 86 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K43 y K44.	126
Figura 87 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K37 y K38.	127
Figura 88 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K41 y K42.	127
Figura 89 Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K39 y K40.	128
Figura 90 Balance de energía de la edificación de 12 pisos con disipadores.	128
Figura 91 Disipadores de fluido viscoso en el eje 6-6 en la dirección X.....	130

Resumen

El **objetivo general** fue determinar la mejora de la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso. La investigación se realizó mediante un enfoque cuantitativo del tipo aplicado con nivel de investigación correlacional – causal y un diseño no experimental - transversal. Con el que se determinó la relación entre los disipadores de fluido viscoso y la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos de la ciudad de Puno - 2021. La **muestra** estuvo constituida por una edificación de 12 pisos de la Empresa Escalare S.A.C. de la ciudad de Puno. Empleando como **instrumento** una ficha de registro de datos. Teniendo como **conclusión** que: los disipadores de fluidos viscosos inciden en la mejora de la respuesta sísmica frente a un sismo severo. Reflejándose esto en la reducción significativa de: Los desplazamientos laterales, determinándose una reducción máxima en el eje X de 0.2518 m a 0.1309 m siendo un 48.01% menor y en el eje Y de 0.248 m a 0.111 m siendo un 55.24% menor, Las distorsiones de entrepisos, determinándose una reducción máxima en el eje X de 0.0084 a 0.0041 siendo un 51.19% menor y en el eje Y de 0.0083 a 0.0039 siendo un 53.01% menor. Las fuerzas cortantes basales, determinándose una reducción máxima en el eje X de 2424.48 Tonf a 1094.52 Tonf siendo un 54.86% menor y en el eje Y de 2118.28 Tonf a 1317.37 Tonf siendo un 37.81% menor.

Palabras clave: Disipadores de fluido viscoso, respuesta sísmica, desplazamientos laterales, distorsiones de entrepiso y fuerzas cortantes basales.

Abstract

The **general objective** was to determine the improvement of the seismic response in a 12-story building in Puno - 2021, with viscous fluid dissipaters. The research was carried out through a quantitative approach of the applied type with a correlational - causal research level and a non-experimental - transversal design. The relationship between viscous fluid dissipaters and the seismic response in a 12-story building in the city of Puno - 2021 was determined. The **sample** consisted of a 12-story building of the company Escalarq S.A.C. in the city of Puno. Using as an **instrument** a data registration form. The **conclusion** was that: viscous fluid dissipaters have an impact on the improvement of the seismic response to a severe earthquake. This is reflected in the significant reduction of: Lateral displacements, determining a maximum reduction in the X axis from 0.2518 m to 0.1309 m being 48.01% lower and in the Y axis from 0.248 m to 0.111 m being 55.24% lower, Interstory distortions, determining a maximum reduction in the X axis from 0.0084 to 0.0041 being 51.19% lower and in the Y axis from 0.0083 to 0.0039 being 53.01% lower. The basal shear forces, determining a maximum reduction in the X axis from 2424.48 Tonf to 1094.52 Tonf being 54.86% lower and in the Y axis from 2118.28 Tonf to 1317.37 Tonf being 37.81% lower.

Keywords: Viscous fluid dissipaters, seismic response, lateral displacements, interstory distortions and basal shear forces.

I. INTRODUCCIÓN

Para apreciar la gravedad del problema “deficiente respuesta sísmica” en los diseños sismorresistentes de las edificaciones a nivel mundial, se puede apreciar que, en los últimos años, muchas edificaciones construidas de acuerdo a normativas, reglamentos de construcción y diseños vigentes han sufrido daños importantes a causa de los sismos y terremotos que han ocurrido en todo el mundo. En el caso del sismo ocurrido en México el 19 de septiembre del 2017, el daño se concentró en estructuras de baja y media altura; en los estados de Morelos y Puebla, el daño ocurrió principalmente en iglesias, mercados, edificios gubernamentales y viviendas; en algunas ciudades, los daños ocurrieron en el 90% de las edificaciones. (Razo y García, 2020). Así mismo en los sismos y el terremoto de Haití de 2010 se perdieron unas 220,000 vidas humanas, principalmente debido al colapso de las viviendas, estos movimientos telúricos provocaron el colapso de 13 de 15 edificios gubernamentales importantes, destruyó 50 centros hospitales y 1,300 edificios escolares. (López, 2014)

En América latina esta problemática de “deficiente respuesta sísmica” en los diseños sismorresistentes de las edificaciones no es ajena, por lo que para poder comprender la amenaza que los sismos y terremotos que provocan a las diferentes edificaciones, se puede enumerar algunos de los sismos ocurridos en América Latina. El sismo de magnitud 6.1 en la escala de Richter ocurrido en Colombia el 25 de enero de 1999 es considerado uno de los más mortíferos del país, afectó a 9 ciudades, causó la muerte de 1,185 personas y destruyó 32.495 viviendas. (Ayala, Delgadillo y Ferrer, 2017). También el 27 de febrero de 2010 se produjo en Chile un sismo de 8,8 Mw, que provocó 521 muertos, 2 millones de víctimas y casi 500,000 viviendas con graves daños. (Ayala, Delgadillo y Ferrer, 2017)

En el caso del Perú, la “deficiente respuesta sísmica” en los diseños sismorresistentes de las edificaciones es uno de los problemas más frecuentes detectados y estas están sujetos a sufrir daños y efectos negativos en los proyectos de AIC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción), el mismo que se relaciona que el Perú se encuentra dentro de los países que conforman el conocido “Cinturón de

Fuego del Pacífico”. Con referencia a este grupo es aquí donde el planeta desata alrededor del 80% o más de la energía sísmica que contiene en su interior ocasionando en actividad volcánica y sismos con frecuencia. (Tavera, 2014)

En la región de Puno, la mayoría de las edificaciones fueron y son construidas sin considerar la NTP E030, la misma que ubica a la región en la zona 3 (NTP E030, 2019) y que la hace vulnerable a experimentar movimientos sísmicos, así como el sismo ocurrido en la provincia de Azángaro, registrando una magnitud 7 Mw, según el informe del Instituto Geofísico del Perú (IGP) (El Comercio, 2019). Y otro sismo ocurrido en el distrito de Ocuvi en la provincia de Lampa, registrando una magnitud 5.8 Mw, según el informe de (IGP) (La República, 2020). Esta última causando daños considerables a las viviendas y demás edificaciones de sus alrededores, quedando en claro que las edificaciones de la región no son las adecuadas para afrontar movimientos sísmicos de magnitud leve, moderada y peor aún un sismo de gran magnitud por la falta de la utilización de un sistema de aislamiento y disipador sísmico las cuales brindarían mejores características antisísmicas para poder afrontar un eventual movimiento sísmico.

En la ciudad de Puno, se ha visto que en las edificaciones de 12 pisos y de diversos proyectos de construcción que se realizan, presentan una deficiente respuesta sísmica en el diseño sismo resistente de las edificaciones. Es decir, que el diseño sismorresistente no satisface las necesidades mínimas para soportar un momento sísmico leve, de mediana o gran intensidad.

Existen varias causas de este problema de diferente índole, pero para presente estudio se ha identificado que el diseño sismorresistente del proyecto de construcción, se realiza de manera tradicional y también con el uso inadecuado método de disipación de energía sísmica.

En consecuencia, si es que esta situación problemática continúa presentándose de esta forma, en el diseño sismorresistente de una edificación de 12 pisos, este problema seguirá reflejando una deficiente respuesta sísmica, y si es que no se hace nada para cambiar esta situación, ante un ocasional sismo o

terremoto la edificación de 12 pisos sufrirá daños estructurales o peor aún le ocasionará el colapso de la misma.

Si la deficiente respuesta sísmica en el diseño sismorresistente de un proyecto de construcción es frecuente y de vital importancia para el normal funcionamiento de la misma, se sugiere la implementación de disipadores de fluido viscoso en el diseño sismorresistente de la edificación.

Luego de evaluar la realidad problemática presentada, **el problema general** se plantea de la siguiente manera:

¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso mejoran la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno – 2021? Así como los **problemas específicos** siguientes: ¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso reducen los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno – 2021?, ¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso reducen las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno – 2021? y ¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso reducen la fuerza cortante basal en una edificación de 12 pisos en Puno – 2021?

La presente tesis se justifica de la siguiente manera: **en lo Teórico** con el desarrollo de la tecnología en estos tiempos se han innovado nuevos sistemas como los disipadores de fluido viscoso, uno de los más usados en la actualidad para las edificaciones o proyectos como clínicas, hospitales, hoteles y centros comerciales entre otros, también para reforzar las edificaciones construidas con los dispositivos, cuyo objetivo es mejorar la respuesta sísmica y reducir los desplazamientos de la estructura de una edificación, de tal forma sería un gran aporte para el diseño sismorresistente y reduciría los daños estructurales de una edificación **en lo práctico**: Porque en los proyectos de edificaciones de la región de Puno existe ciertas necesidad de mejorar la respuesta sísmica de las estructuras con reforzamiento de disipadores de fluido viscoso, con el objetivo de que cumpla con lo establecido en la NTP E030 actual, **en lo Económico**: Cuando una edificación sufre mayores deformaciones se pueden causar los daños materiales,

bienes y humanas. Los costos de reparación de estos daños causado por el sismo puede ser muy altos y en algunas edificaciones la reparación no es factible económicamente, por otro lado, la edificación contiene elementos de valor o equipos costosos y **en lo Social:** El fin de mejorar la respuesta sísmica de la estructura de una edificación de 12 pisos ante un ocasional movimiento sísmico, es ubicarlo dentro de los parámetros de seguridad mínimos que exige la NTP E.030, y con esto aminorar los daños para proteger la vida de los residentes, bienes y entre otros dentro de la edificación en estudio.

Se planteó como **objetivo general**, determinar la mejora de la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso, así como los **objetivos específicos** siguientes: Determinar la reducción de los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso, Determinar la reducción de las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso, y Determinar la reducción de la fuerza cortante basal en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso.

Y finalmente la **hipótesis general** a demostrar se plantea de la siguiente forma: La respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, mejora de manera significativa con disipadores de fluido viscoso. Y por consiguiente las **hipótesis específicas** a demostrar son las que siguen: Los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con disipadores de fluido viscoso, Las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con disipadores de fluido viscoso y Las fuerzas de cortante basal en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con. disipadores de fluido viscoso.

II. MARCO TEÓRICO

A **nivel internacional** se han desarrollado **antecedentes** o estudios previos relacionados al presente, los cuales se mencionan a continuación:

Según **Gómez (2020)** en su trabajo final realizado en Colombia y concretamente en Bogotá **titulado** “Evaluación del coeficiente de disipación de energía R en edificaciones de concreto reforzado con disipadores de energía viscosos ubicados en zona de amenaza sísmica alta”, para obtener el grado de magister, que tuvo como **objetivo general** determinar el coeficiente de disipación de energía R en edificios de concreto reforzado utilizando el disipadores de energía viscosos ubicados en zona de amenaza sísmica alta. Obteniendo como **resultado** que, en la mayoría de los casos del estudio, la rigidez aumenta en más del 40% y el desplazamiento por fluencia disminuye entre un 4% y un 24%, el cual se incrementa con el aumento en el número de pisos del edificio. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, los disipadores de energía de fluido viscoso aportan beneficios para el comportamiento de la estructura ante eventos sísmicos. Esto se refleja en el aumento de la amortiguación del sistema, la disminución de la demanda sísmica, el control del desplazamiento y el aumento de la capacidad de disipar la energía sísmica.

Según **Aguilar y Arias (2019)** en su estudio realizado en Ecuador y concretamente en Quito **titulado** “Propuesta de reforzamiento de un edificio afectado en el sismo del 16 de abril de 2016 ubicado en la ciudad de Portoviejo utilizando disipadores de energía de fluido viscoso”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general** proponer un modelo de reforzamiento estructural no convencional para el edificio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Manabí, utilizando un sistema de disipadores de energía de fluido viscoso, para ofrecer una alternativa que permita la restauración integral de la capacidad estructural y la serviciabilidad. Obteniendo como **resultado** que, una vez analizado el modelo de la estructura original y la estructura con disipadores de energía de fluido viscoso, se obtuvo un porcentaje de reducción equivalente al 56% cuando se utilizó el disipador de energía de fluido viscoso para fortalecer la

estructura. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, la disipación de la energía sísmica asciende a un 80 % como valor promedio. Esto indica que la mayor parte de la energía causada por los sismos y terremotos es absorbida por los dispositivos de disipación.

Según **Gómez (2018)** en su estudio realizado en México y concretamente en la Ciudad de México **titulado** “Pruebas experimentales en un marco de concreto reforzado equipado con disipadores de energía sísmica”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general** describir el comportamiento de un dispositivo de disipación de energía sísmica que se encuentra en el mercado, el cual fue ensayado en el laboratorio de estructuras y materiales del Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM). Obteniendo como **resultado** que, el marco de la estructura sin disipadores se disipó un 1%, mientras que el marco de la misma estructura con disipadores se disipó un 44%. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, algunos de los fenómenos observados en el experimento fueron de gran interés porque demostraron el funcionamiento de los disipadores de energía, y que a su vez servirá de guía para su instalación y uso.

Según **Azunción (2016)** en su estudio realizado en Ecuador y concretamente en Guayaquil **titulado** “Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en Sap2000”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general** analizar y comparar la actitud de un pórtico convencional con y sin disipador de fluido viscoso frente a la simulación de un sismo. Obteniendo como **resultado** que, la estructura sin disipador tiene una deriva de 1.29% en el piso 9 mientras que el mismo pórtico con disipadores de fluido viscoso tiene una deriva de 0.19%. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, al estudiar las distorsiones de entrepiso y las deformaciones de los pórticos con y sin disipadores viscosos que fueron expuestos a los registros sísmicos 7050 y 7051 estos satisfacen los parámetros de la norma NEC-15 siendo el valor máximo el 2% y la máxima distorsión en el pórtico no sobrepasa el 1%.

Según **Cuntó (2014)** en su trabajo de seminario realizado en Ecuador y concretamente en Guayaquil **titulado** “Uso de disipadores viscosos en edificios de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil para el mejoramiento del desempeño sísmico”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general** analizar el funcionamiento de los disipadores viscoso y sus efectos en el desempeño y los esfuerzos que estos dispositivos causan en los edificios de hormigón armado, cimentados sobre los suelos blandos de la ciudad de Guayaquil, al momento de ser sometidos a las cargas dinámicas producidas por un sismo probable. Obteniendo como **resultado** que, después del análisis en el modelo sin y con disipadores, el desplazamiento máximo del sistema se redujo en un 57,61% y la velocidad máxima se redujo en un 25,27%, y la aceleración máxima se incrementó de 4,56 m / s² a 5,72 m / s². La deformación permanente se reduce en un 84,14% Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, la utilización de disipadores de energía de fluido viscoso es de gran importancia para mejorar el rendimiento estructural en el campo de la resistencia a los sismos y terremotos, los cuales pueden reducir en gran medida el daño, no solo para proteger las vidas humanas, ni bienes, es para proteger la inversión de la estructura.

De igual manera a **nivel nacional** se han desarrollado **antecedentes** o estudios previos relacionados al presente, los cuales se mencionan a continuación:

Según **Palma (2020)** en su estudio **titulado** “Estudio comparativo de respuesta sísmica utilizando disipadores de energía de fluido viscoso en la municipalidad provincial de Oyón - 2020”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general** mejorar la repuesta sísmica en el edificio de la municipalidad provincial de Oyón con el uso de disipadores de energía de fluido viscoso – 2020. La **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, según su investigación es de tipo aplicada, su nivel es correlacional y de diseño no experimental. Obteniendo como **resultado** que, después de reforzar la estructura con disipadores de energía de fluido viscoso las derivas generadas disminuyen cumpliendo con lo fijado en la Norma E.030 de 0.007. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, la estructura obtuvo una máxima distorsión de entrepiso de 9.1‰

en el 2º piso, mientras que al reforzar dicha estructura se ha obtenido una deriva máxima de 5.8‰ en el 2º piso, logrando reducir en un 47.5%.

Según **Santillán (2019)** en su estudio **titulado** “Respuesta sísmica de la disposición de disipadores de fluido viscoso en el edificio nueva sede Sunat, Lince - Lima, 2019”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general**, determinar de qué manera la disposición de disipadores de fluido viscoso mejora la respuesta sísmica de edificio Nueva Sede Sunat. La **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, tipo y nivel de investigación es aplicada, explicativo y de diseño experimental. Obteniendo como **resultado** que, la deriva tiempo historia con disipadores es 0.006933, respecto a la deriva tiempo historia sin disipadores el cual indica 0.009426, reduciéndose en 26.44%. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, los disipadores de fluido viscoso ubicados en los niveles 8 al 19, disminuyen las derivas en un 26.44%, respecto a la estructura sin emplear estos dispositivos.

Según **Montalvo (2019)** en su estudio **titulado** “Comportamiento sísmico de una edificación de 10 niveles con sistema dual y disipador de fluido viscoso, Lima 2019”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general**, el modelamiento estructural en un sistema dual con el uso de los disipadores de fluido viscoso y ver su comportamiento sísmico en una edificación de 10 niveles. La **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, tipo y nivel de investigación es aplicada, correlacional y de diseño no experimental. Obteniendo como **resultado** que, el disipador de fluido viscoso logra obtener una reducción máxima de un 38% en el sexto y séptimo de las derivas del eje X para el caso 1, el disipador de fluido viscoso también logra reducir en un 26% en el primer piso de las derivas en el eje Y. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, al momento de usar el disipador de fluido viscoso ha reducido en 0.1621 m en el último nivel. Con ello indicamos que el uso de disipadores logro reducir los desplazamientos máximos en un 28% con respecto al caso 1 del registro sísmico de Ica 2007.

Según **Martínez (2018)** en su estudio **titulado** “Disipadores de fluido viscoso en el modelo estructural de un edificio público y su influencia en la respuesta

sísmica”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general**, Analizar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en la respuesta sísmica del modelo estructural del edificio de la sede del gobierno regional de Junín. La **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, tipo y nivel de investigación es aplicada, explicativa y de diseño cuasi experimental. Obteniendo como **resultado** la disminución de las derivas con el uso de los disipadores de fluido viscoso es óptima alcanzando en la dirección XX un porcentaje máximo de 63.23% y en la dirección YY un porcentaje máximo de 55.88%. Y de los resultados obtenidos se **concluye** que, La implementación de los disipadores de fluido viscoso influyen sustancialmente en la distorsión de entrepiso, disminuyendo las derivas entre un 53.81% a un 63.23% en el dirección X-X, así como en la dirección Y-Y entre un 41.13% a un 55.88%.

Según **Álvarez (2017)** en su estudio **titulado** “Análisis y diseño de disipadores sísmicos de fluido viscoso para control de la respuesta sísmica de edificaciones en Huancayo 2017”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo general** analizar la influencia de la incorporación de los Disipadores Sísmicos de Fluido Viscoso en el Control de la Respuesta Sísmica de Edificaciones en Huancayo 2017. La **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, tipo y nivel de investigación es aplicado, descriptiva y de diseño no experimental – transversal descriptivo. Obteniendo como **resultado** que, al incorporar disipadores de fluido viscoso todas las distorsiones de entrepiso en las direcciones XX y YY son menores a las normativas (0.007). Y de acuerdo a los resultados obtenidos se **concluye** que, los disipadores de fluido viscoso lograron contrarrestar las distorsiones excesivas y ubicarlas en los límites permisibles.

Como **bases teóricas**, tenemos lo siguiente:

DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO: (V.I.)

Disipadores de energía: Según la definición de disipadores de energía, Villarreal y la Rosa (2016) recomiendan de manera puntual.

Los disipadores de energía son mecanismos que disipan la mayor cantidad de energía sísmica, lo que se garantiza que los componentes estructurales no estén enfocados en el alcance inelástico externo, es decir, estos dispositivos logran captar la energía sísmica a través de la conducción plástica de los metales flexibles, la fricción entra a las superficies bajo tensión, polímero esfuerzos cortantes y energía que circula entre los orificios del dispositivo. Esto asegura que los elementos estructurales no reciban pérdida directamente sino de forma reducida (2016).

Según el ASCE 7-10 en el Capítulo 18 (2010) afirma de manera puntual, que estos dispositivos de amortiguación se clasifican según sus componentes en tres categorías distintas como son: dependientes del desplazamiento, velocidad y también podría ser en función del desplazamiento relativo entre cada extremo del dispositivo. o combinación de los mismos, y puede configurarse para actuar ya sea de manera lineal o no lineal.

Beneficios de la disipación de energía.

Reducciones en fuerza sísmica:

Con el uso de disipadores de energía, en general, se pueden obtener reducciones significativas de las fuerzas sísmicas, cuando se utilizan los disipadores de energía se puede disminuir los desplazamientos máximos en los elementos estructurales a más pequeños (Labastida y Ruiz, 1999).

Reducciones en desplazamientos laterales:

Cuando se usa los disipadores de energía, en un sismo de diseño los desplazamientos del sistema de disipador en el centro de masa del edificio, reducen en bases el periodo efectivo los valores mínimos de efectivo amortiguamiento y coeficiente de amortiguamiento en su valor mínimo, el sistema de disipadores evaluados en el diseño de desplazamiento disminuye los elementos de derivas entrepisos de la estructura (Zeller, 1997).

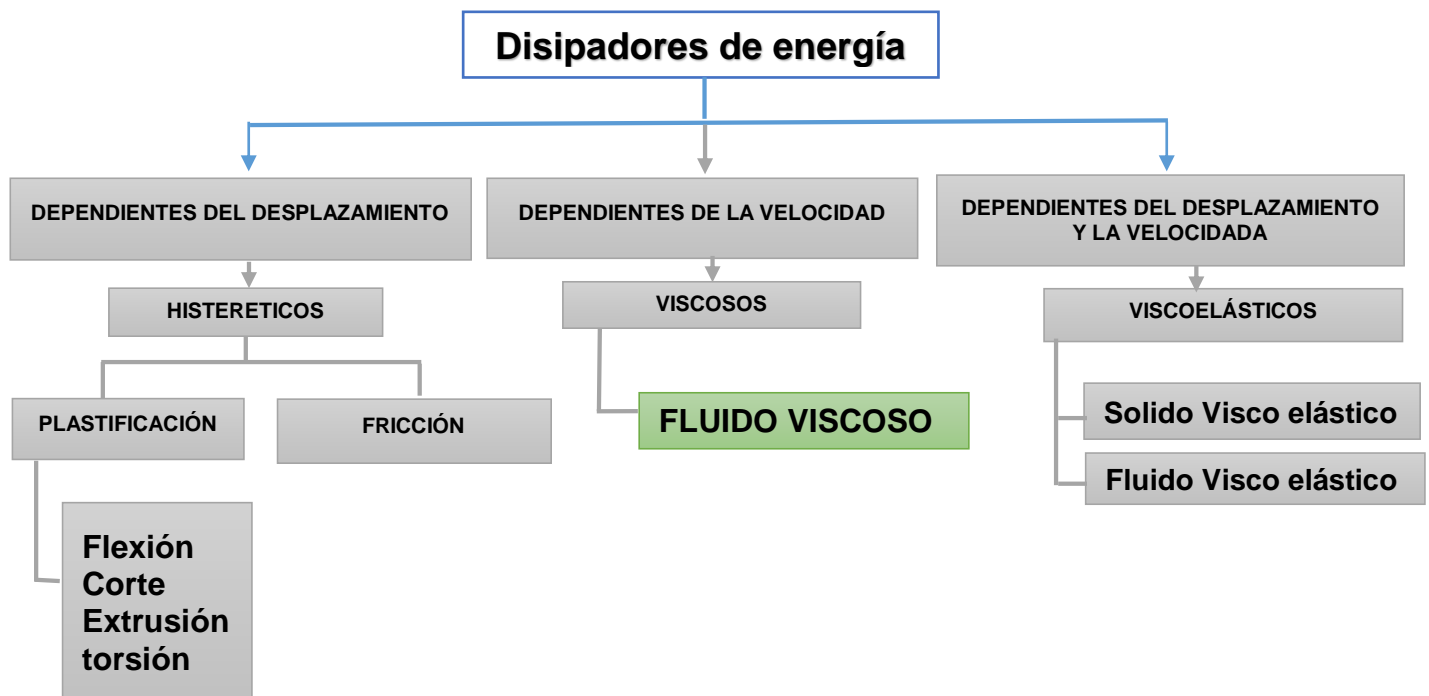
Según, Sadek, et al. (1996) expone de la siguiente manera. el desplazamiento relativo y absoluto: Las relaciones de respuesta a la aceleración se calculan como

la relación de la respuesta máxima de la estructura. con relaciones de amortiguación más altas con respecto a la respuesta máxima con una relación de amortiguación de 0, 2 y 5 por ciento.

Para la presente investigación nos centraremos en los disipadores de energía, que dependen de la velocidad con sistema Viscoso, es decir también los Disipadores de Fluido Viscoso. Así como se muestra a continuación:

Figura 1

Disipadores de Energía.



Nota: Tomado de *Edificaciones con Disipadores Viscoso*, por G. Villarreal y M.D. La Rosa, 2016.

Disipadores que dependen de la velocidad: Según la definición de Disipadores que Dependen de la Velocidad, Labastida y Ruiz (1999) menciona al respecto:

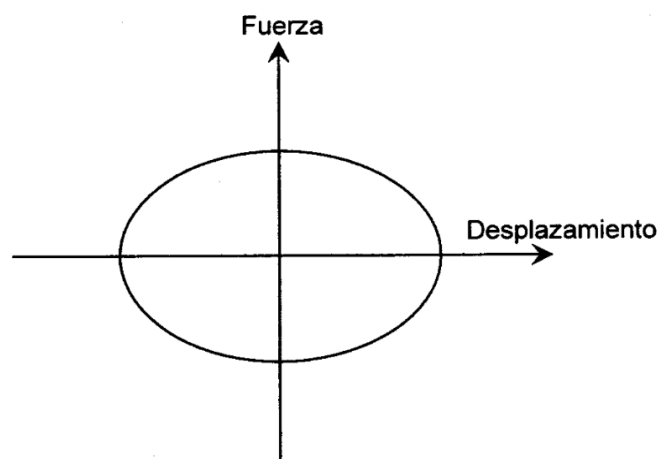
En este tipo de dispositivos de disipadores de energía son dependientes de la velocidad que inicia su funcionamiento con el mínimo desplazamiento/velocidad,

y la proporción de energía que se dispersa en el edificio depende de la velocidad relativa entre los últimos del dispositivo. Normalmente, para logra un amortiguamiento significativo se requiere varios dispositivos colocados en la estructura de manera articulada los elementos estructurales entre un nivel y para disipar mejor. Estos dispositivos disipan la energía a través de un fluido viscoso a través de las aberturas. Así también, se reducirá el espectro de aceleración amortiguado al 5%. por el factor de modificación de la amortiguación dependiente del modo.

Así como se puede verse en la figura el comportamiento histérico.

Figura 2

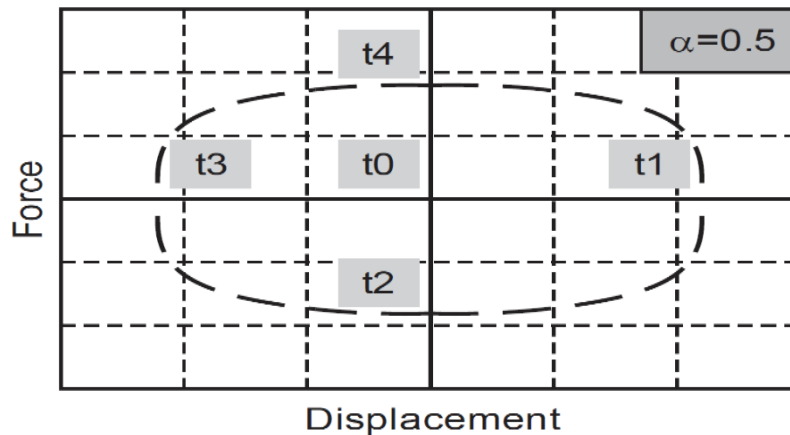
Comportamiento Histerético de un Dispositivo con fluido Viscoso.



Nota: Tomado de *Diseño y Construcción Sismoresistente de Estructuras*, por F. Labastida y G. Ruiz de Teresa, 1999.

Figura 3

Desplazamiento Vs Fuerza (Curva Histerética) de un Disipador Viscoso.



Nota: Tomado de *Edificaciones con Disipadores Viscoso*, por G. Villarreal y M.D. La Rosa, 2016.

Disipadores de fluido viscoso: según Villarreal y Oviedo (2009) afirma lo siguiente:

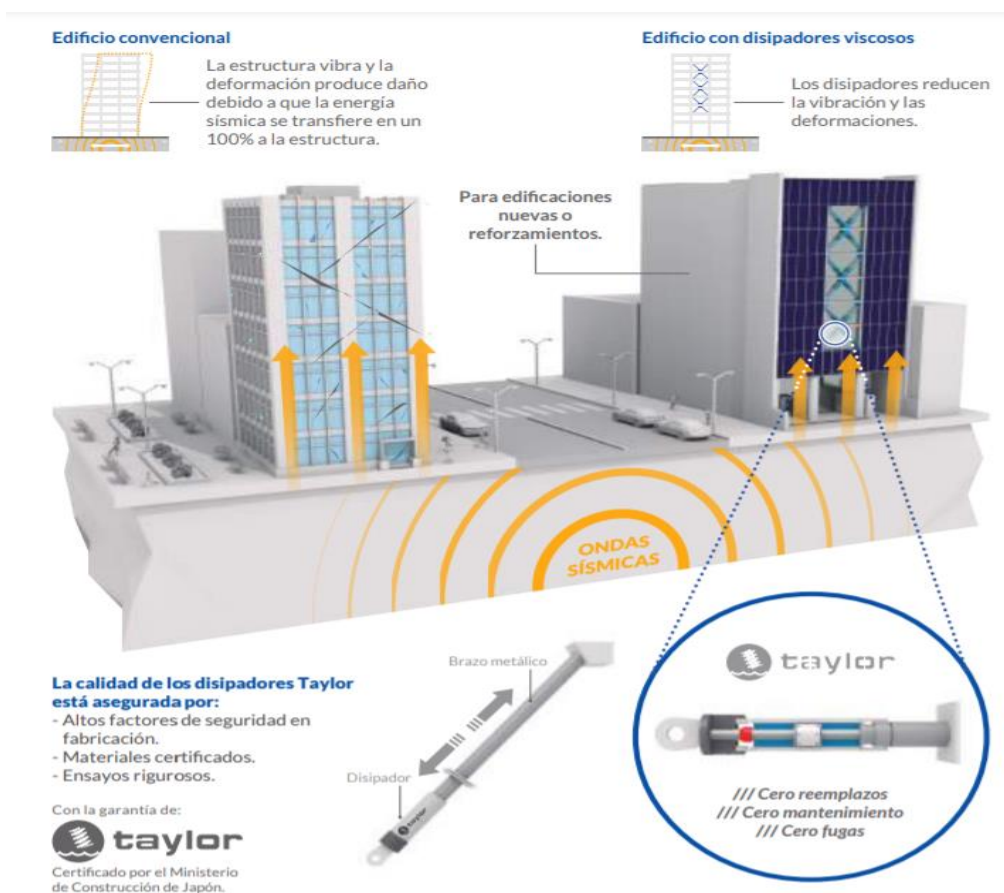
Su propósito es disipar la energía producida por un evento natural ya sea un sismo, fuerzas del viento, la temperatura, entre otros, de manera que los elementos estructurales convencionales como son vigas, columnas no se vean exigidos, puesto que estos dispositivos se comportan en el rango plástico y evitan que la estructura sufra deformaciones importantes durante un suceso, para poder responder ante una demanda sísmica. Las ventajas de estos disipadores en la industria de la construcción son muchas, debido a su sistema mecánico el nivel de daño estructural es reducido considerablemente, y la concentración sísmica se reduce al ser absorbidas por estos dispositivos que en conjunto trabajan como un sistema articulado (2009).

Según Chávez (2017) explica de la siguiente manera:

El disipador de fluido viscoso depende de la velocidad, cuando aumentamos la amortiguación tendremos u obtendremos una reducción del desplazamiento y al mismo tiempo reduciendo las deflexiones como tensiones en todos y en cada uno de los partes estructurales, la principal ventaja seria, la disminución de gran cantidad de energía sísmica.

Figura 4

Comportamiento de los Disipadores Viscosos.



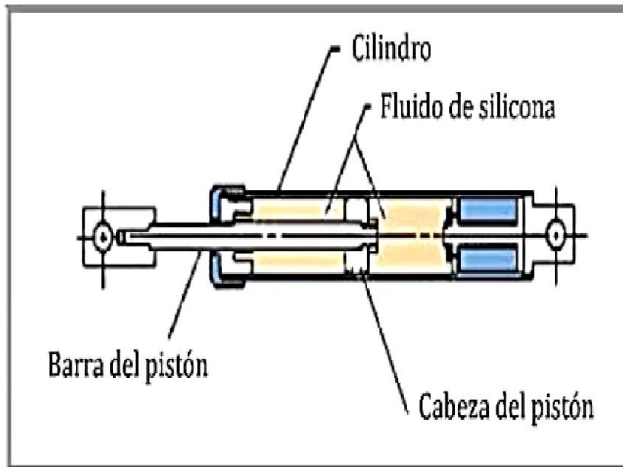
Nota: Tomado de CDV Ingeniería Antisísmica, 2016.

Las características de un disipador de fluido viscoso: Según Villareal y La Rosa (2016) nos menciona que:

Los disipadores de fluidos viscosos en esencia son mecanismos llenos de fluido, que contienen fundamentalmente dos elementos primordiales que son un pistón y un cilindro de alta resistencia, que tienen una vida útil a largo del tiempo sin tener mantenimiento ni fugas. El requisito de los materiales debe estar certificado, así como son el acero inoxidable y de ser de alta resistencia a la corrosión, al astillado, libres de esfuerzos de rotura y alta resistencia al impacto. Produciendo deslizamiento interno en el cilindro, el fluido viscoso interno pasa de una cámara a la otra, de tal sentido se genera una presión diferencial la que origina una fuerza de amortiguamiento.

Figura 5

Principio de la Activación del Disipador de Fluido Viscoso.



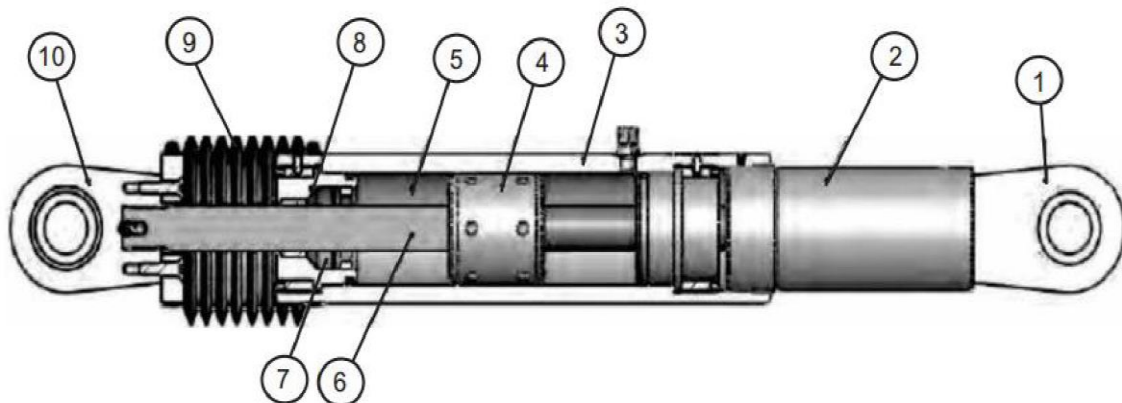
Nota: Tomado de Introducción al uso de aislamiento y disipadores en estructura.

Partes del disipador de fluido viscoso típico.

Los elementos que conforman un típico disipador de fluido viscoso, según Villarreal y Días la Rosa (2016) se muestra a continuación:

Figura 6

Componentes o partes de un Disipador Viscoso.



Nota: Tomado de Edificaciones con Disipadores Viscoso, por G. Villarreal y M.D. La Rosa, 2016.

1) Horquilla final con combinación de acero termotratado con garantía, 2) Acero al carbono fabricado en aluminio que está protegido ante la corrosión, 3) Cilindro de acero inoxidable compuesto tratado térmicamente, está bien protegido

ante la corrosión, 4) la Cabeza del pistón es de material de acero macizo o bronce, 5) El fluido viscoso, tiene la presencia de una silicona incompresible, 6) Vástago es de material de acero inoxidable, 7) Sello, son juntas dinámicas que tiene su rodamiento de sello, 8) La Tapa está protegido contra la corrosión con las placas o pintura y tiene su tratamiento térmico de combinación de acero, 9) Fuelle, nailon que esta con soporte de neopreno, 10) Cojinete es de forma redondo forjado para compuesto de grado aeronáutico.

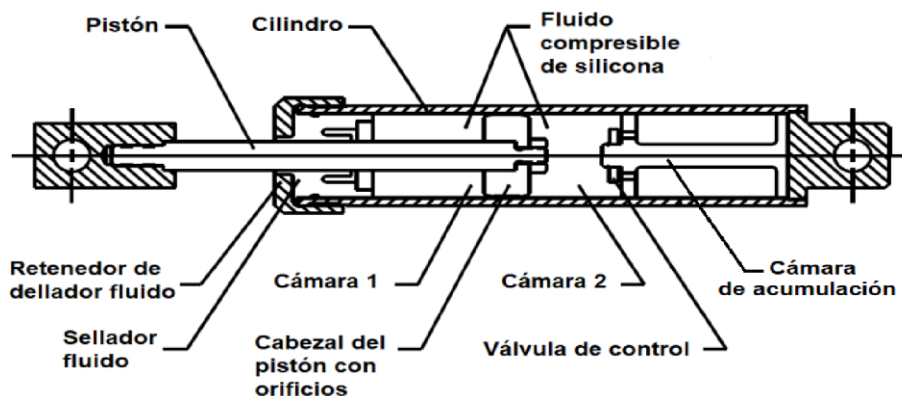
Elementos de corte de un disipador viscoso: Según Symans y Constantinou (1993) afirma lo siguiente:

Los disipadores viscosos, funcionan o trabajan en tracción y compresión, el pistón en su borde tiene una cabeza que está en el interior del cilindro en medio de dos cámaras y en su interior contiene un fluido compresible de silicona que es resistente frente a una excitación sísmica, dentro del cilindro se produce un movimiento del pistón que ocasiona el paso del fluido de una cámara así otra cámara Figura 8 a su vez genera una tracción, que al mismo tiempo se origina la fuerza de amortiguamiento.

Debido al desplazamiento – fuerza del disipador en el interior del pistón genera una energía cinética lo que produce la dilatación del fluido, y en la tercera cámara del cilindro se acumulara el volumen del fluido para compensar las variaciones, así como se muestra en las figuras.

Figura 7

Partes de una Disipador de Fluido Viscoso.

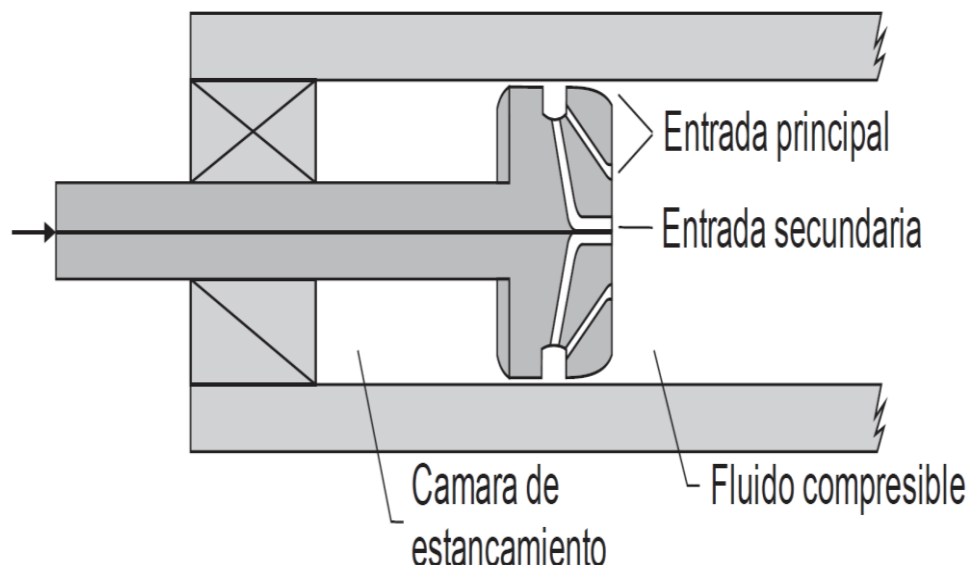


Nota: Tomado de *Diseño Sismorresistente de Edificación con Disipadores de Fluido Viscoso*, por J.P.N. Chávez, 2017, Grupo Universidad S.A.C.

Valdez (2019) hace su descripción del concepto de la siguiente forma: La **Barra del pistón** es de material de acero inoxidable muy pulido y a su vez está diseñado para resistir la torsión. El **Cilindro** está fabricado de tubo de acero inoxidable que está diseñado para soportar la carga de presión cuando funciona el amortiguamiento. El **Fluido** del orificio es compensado por un termostato bimetalico pasivo que permite el funcionamiento del dispositivo en un rango de temperatura de 650 ° F, así también se requiere un fluido de alta resistencia al fuego y no toxico. El **Sellos** debe tener una garantía de una vida útil mayor a 25 años, este sello dinámico está fabricado de polímero estructural de mayor resistente para eliminar adherencia de tal manera no tiene que requerir los remplazo, ni filtraciones de líquidos entre otros su duración es a largo periodo durante su actividad, los materiales que utilizan son teflón A, nylon estabilizado, resina acetil y sellos dinámicos. La **Cabeza de pistón** está dividido en dos cámaras en el interior del pequeño orificio del cilindro, que sirve para compensaciones térmicas y así mismo el cilindro se contrae para amortizar el movimiento del fluido.

Figura 8

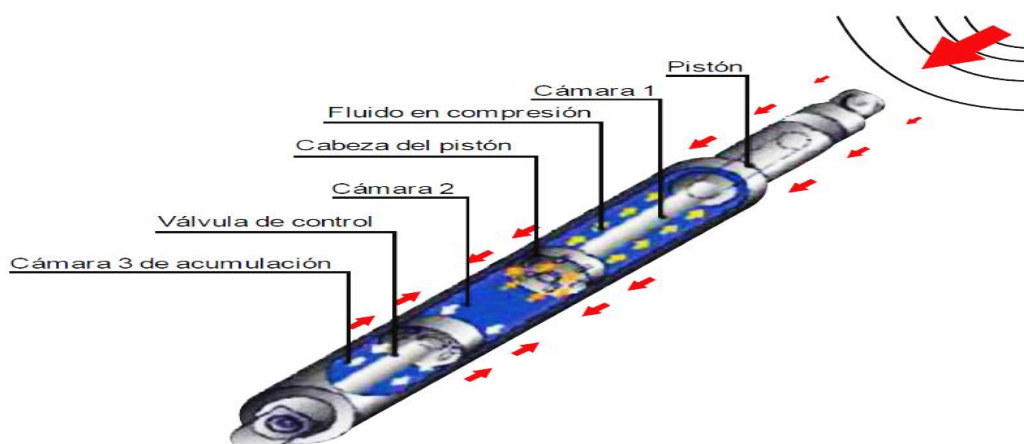
Detalle de la Cabeza del Pistón.



Nota: Tomado de *Edificaciones con Disipadores Viscoso*, por G. Villarreal y M.D. La Rosa, 2016.

Figura 9

Funcionamiento de los Disipadores Viscosos (Tracción y Compresión).



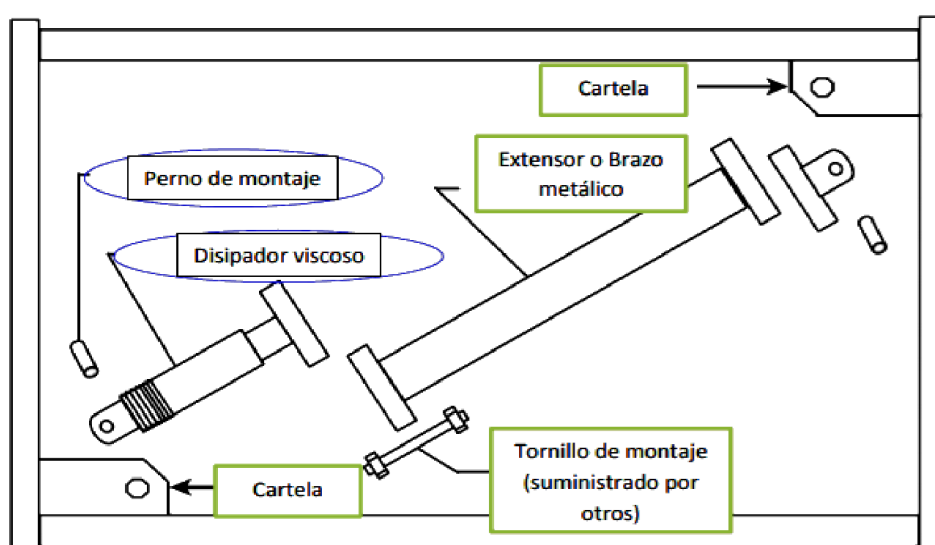
Nota: Tomado de *Edificaciones con Disipadores Viscoso*, por G. Villarreal y M.D. La Rosa, 2016.

Instalación de los disipadores de fluido viscoso.

Según ASCE/SEI 7-10 (2010) afirma lo siguiente, las recomendaciones para las conexiones entre elementos que conforman el disipador viscoso que se deben de tener para la instalación de estos dispositivos, así como se muestra en la figura 10.

Figura 10

Conexiones en la Disposición Diagonal.



Nota: Tomado de *Viscous Damper Development And Future Trends*, por D.A. Lee y D.P. Taylor, USA.

Tipos de Disipadores de Fluido Viscoso: Según la definición de tipos de disipadores de fluido viscoso, Montalvo (2019) afirma lo siguiente:

Actualmente existen tres modelos comunes de dispositivos para la estructura que esta propuesta y patentada. Se tiene que tomar en cuenta los criterios de la arquitectura y el uso del edificio, para tener en cuenta que cantidad de disipadores se va instalar adecuadamente para obtener una ventaja máxima en la estructura. Pero el disipador viscoso presenta (lazos de histéresis ovalados), con el uso de estos dispositivos se tiene ventajas técnicas, funcionales y económicas como por ejemplo llegaríamos a reducir el desplazamiento de la estructura.

a) La estructura no debe mostrar las irregularidades, b) en cualquier caso se deben implementar mínimo, dos disipadores en los sentidos de apoyar, c) el dispositivo se instalará en todos los pisos, si es pertinente, d) se debe buscar la uniformidad, para no generar torsión que se dañe (Chávez, 2017).

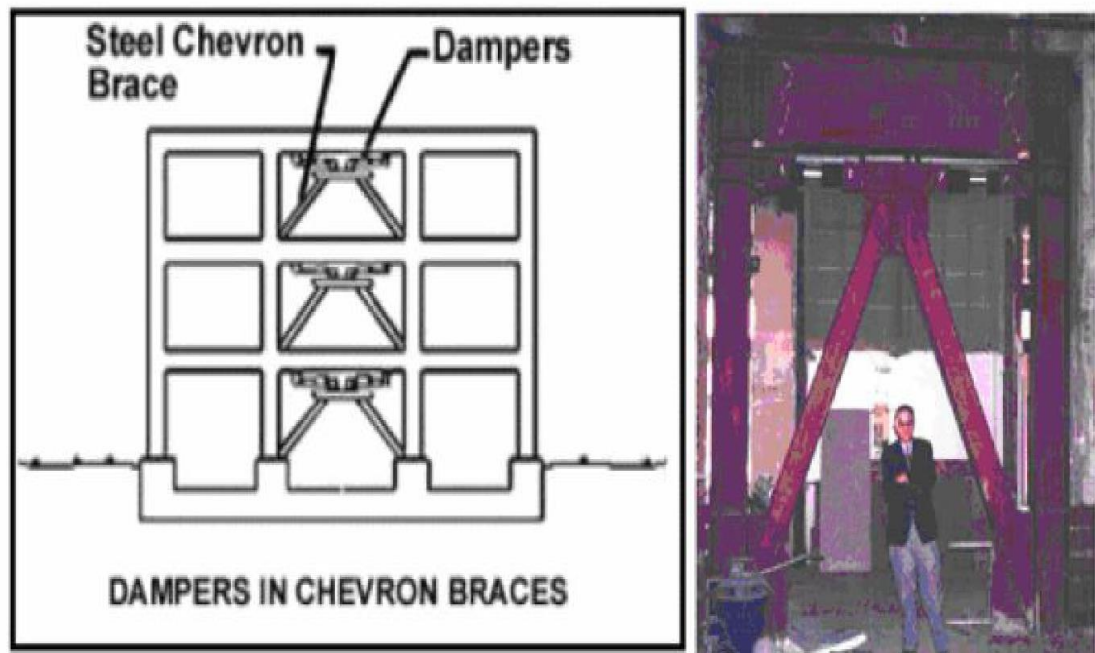
Disposición Chevron.

Son dispositivos de dos disipadores en arreglo diagonal, que están colocados en forma horizontal, a la paralela del techo. Se ha empleado para controlar los movimientos laterales producidos por fuerzas de sismo (Figura 11). (Navarro, 2017).

Su efecto es de 100% absorción de las fuerzas laterales equivalentes para eventos sísmicos que esta por el debajo de las vigas, de tal sentido en la estructura al disipar tiene como respuesta una mayor disminución de derivas.

Figura 11

Disposición Chevron (Hart y Wong, 2000).



Nota: Tomado de la Tesis de F. Navarro, 2017.

Figura 12

Los Refuerzo Adicional que se Emplea en la Disposición Chevron.



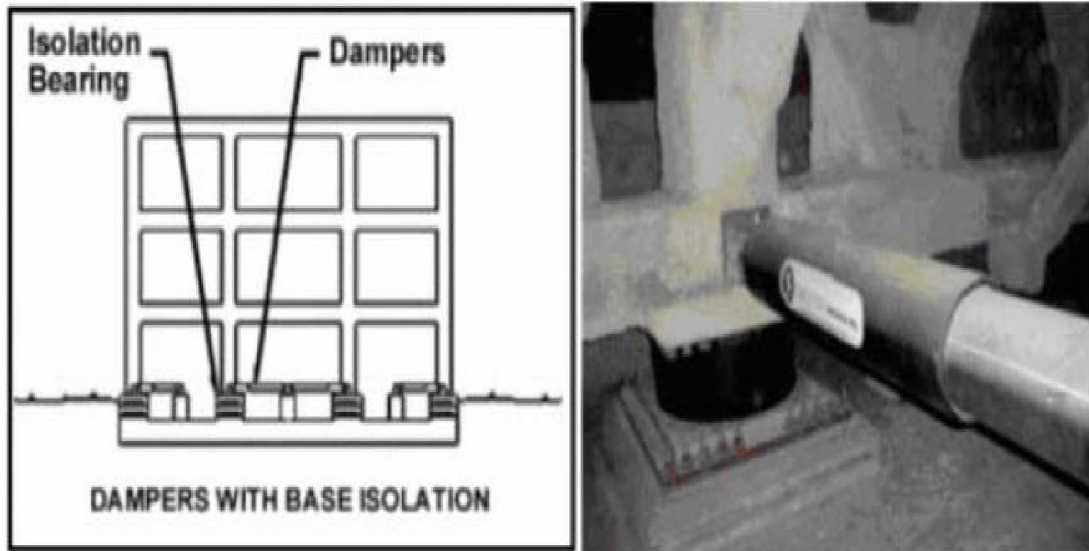
Nota: Tomado de la Tesis de F. Navarro, 2017.

Disposición Horizontal.

Según Navarro (2017) expone de la siguiente manera, el propio nombre lo indica que se tiene que colocar los amortiguadores en forma horizontal, en la base del edificio para trabajar en conjunto con el sistema de aislamiento de base.

Figura 13

Disipadores Viscoso, Ubicados en la Base del Edificio.



Nota: Tomado de la Tesis de F. Navarro, 2017.

Disposición Toggle Brice.

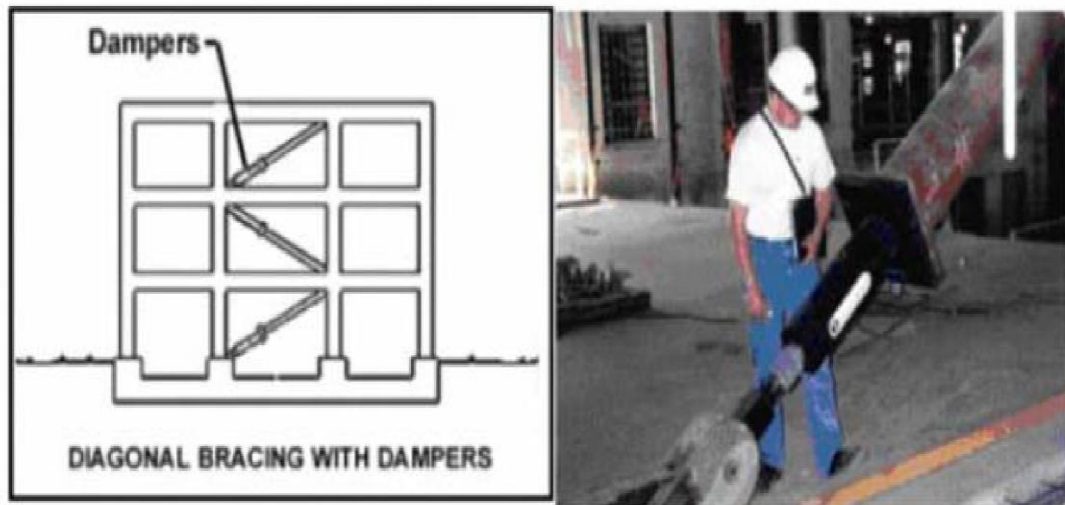
Es una publicación que Taylor ha patentado que tiene una solución de brindar un espacio respecto a otras soluciones que, al mismo tiempo, que brinda una capacidad de disipación de energía mejor y así mismo tiene una solución de forma integrada que disminuye las distorsiones en la edificación (Lee y Taylor, s/f).

Disposición Diagonal.

Según Navarro (2017) informa de manera puntual. Estos dispositivos se orientan en forma de ángulo de inclinación, el pórtico no logra absorber toda la energía sísmica que ingresa a la estructura. Solo en estos casos el componente horizontal participará en la absorción de fuerzas horizontales.

Figura 14

Disipadores Viscosos, ubicados en forma diagonal.



Nota: Tomado de la Tesis de F. Navarro, 2017.

Figura 15

Colocación de disipador diagonal en la Nueva Sede del Banco de la Nación – Perú.



Nota: Tomado de la Tesis de F. Navarro, 2017.

Parámetros y características de disipadores sísmicos de fluido viscoso.

Ecuación general: La fuerza en el disipador a su vez genera movimientos y aceleraciones, el objetivo es reducir los desplazamientos laterales y daños estructurales durante un evento sísmico (Villarreal y La Rosa, 2016).

Ecuación 1: Ecuación de la Fuerza en el Disipador

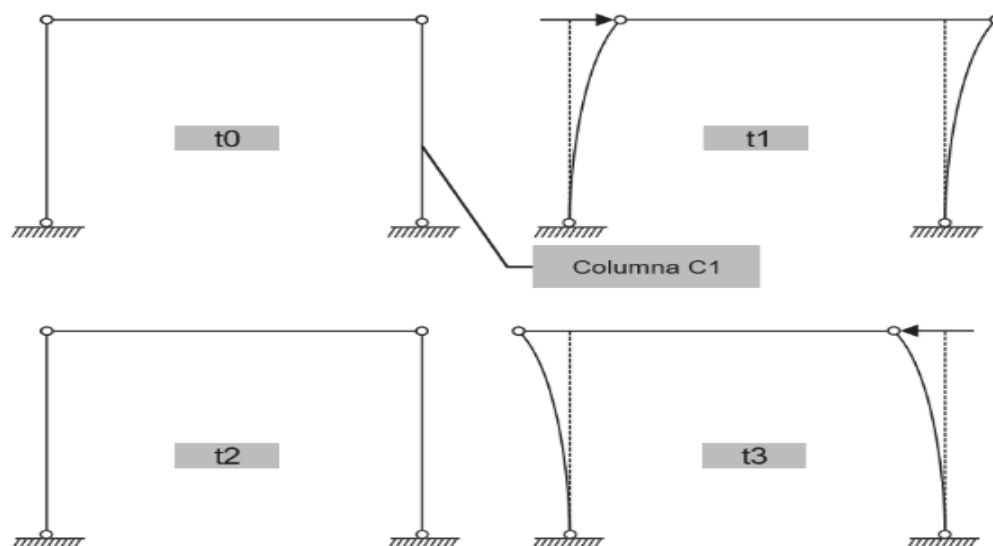
$$F = CV^\alpha \quad \text{.....(ver Anexo N° 07)}$$

Comportamiento Fuerza vs Desplazamiento: Según Villarreal y La Rosa (2016) lo explican de la siguiente manera:

En un pórtico de una estructura al ser expuesto a una carga sísmica, al ser experimentada el desplazamiento y se muestra el equilibrio (t_0), de manera que en un tiempo (t_1) en tal sentido llega o alcanzara su desplazamiento mayor, es en ese punto donde la estructura comienza a moverse en la dirección contraria, según lo programado (t_2) vuelve al equilibrio y para alcanzar nuevamente el desplazamiento máximo (t_3).

Figura 16

El Comportamiento de un Sistema Pórtico Ante un Evento Sísmica.

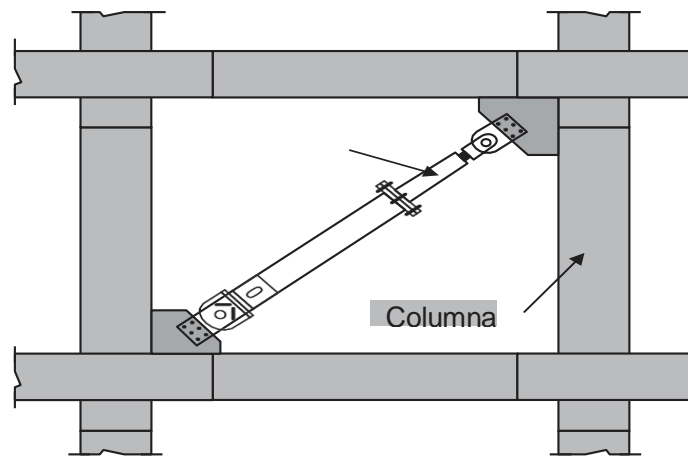


Nota: Tomado de *Edificaciones con Disipadores Viscoso*, por G. Villarreal y M.D. La Rosa, 2016.

Según Villarreal y La Rosa (2016) afirma que: Si se coloca un disipador de energía viscosa en este mismo pórtico así como en la (figura 17), cuando el sistema pórtico alcanza a su máximo desplazamiento (t_1), la extensión en el dispositivo (es el resultado fuerzas de tracción) será mayor, cuando el pórtico vuelve a su equilibrio (t_2), así también se puede mostrar las distorsiones en el dispositivo que serán igual a cero, ya que además vuelve a su posición inicial, nuevamente se muestra las distorsiones en el disipador de energía (debido a la fuerza de compresión) será mayor en el tiempo (t_3) (2016).

Figura 17

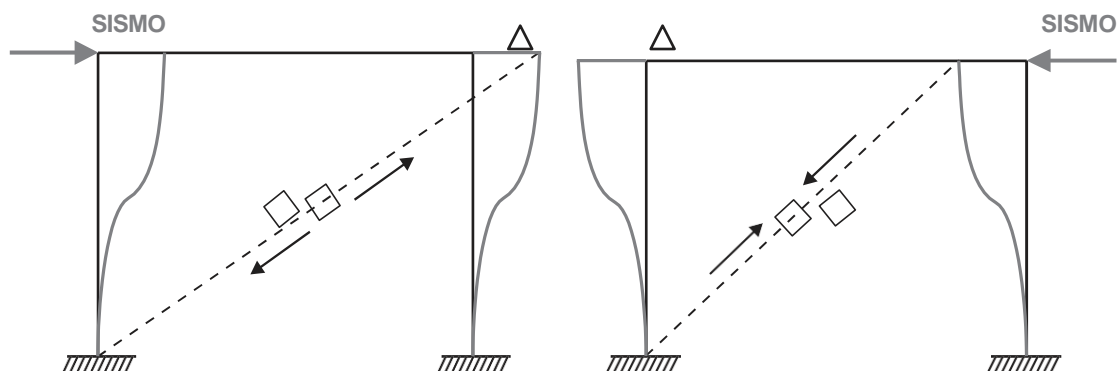
Disipador de Energía Viscoso en el pórtico de análisis.



Nota: Tomado de *Edificaciones con Disipadores Viscoso*, por G. Villarreal y M.D. La Rosa, 2016.

Figura 18

Desplazamiento del Disipador Viscoso en los Momentos (t_1) y (t_3).



Nota: Tomado de *CDV Ingeniería Antisísmica*, 2016.

Exponente de velocidad (α): El exponente es lo que da la calidad de no linealidad (no proporcionalidad) a la potencia de reacción de la amortiguación finaliza en el comportamiento histerético de los disipadores empleados (Ramos y Rodríguez, 2019).

Según Ras y Baumechra (2016) afirma que, las fuerzas de velocidad y el desplazamiento de la fuerza se relaciona en tres tipos diferentes de amortiguamiento viscoso que los valores de " α " oscila entre 0.4 a 0.6 para edificaciones y se caracteriza el comportamiento del amortiguador Viscoso.

Según Álvarez (2017) explica de la siguiente manera. la fuerza de amortiguamiento y la velocidad guarda una relación en el disipador, que el exponente " α " que posea sus expresiones analíticas en 3 tipos de valores, así como lo muestra en el Figura.

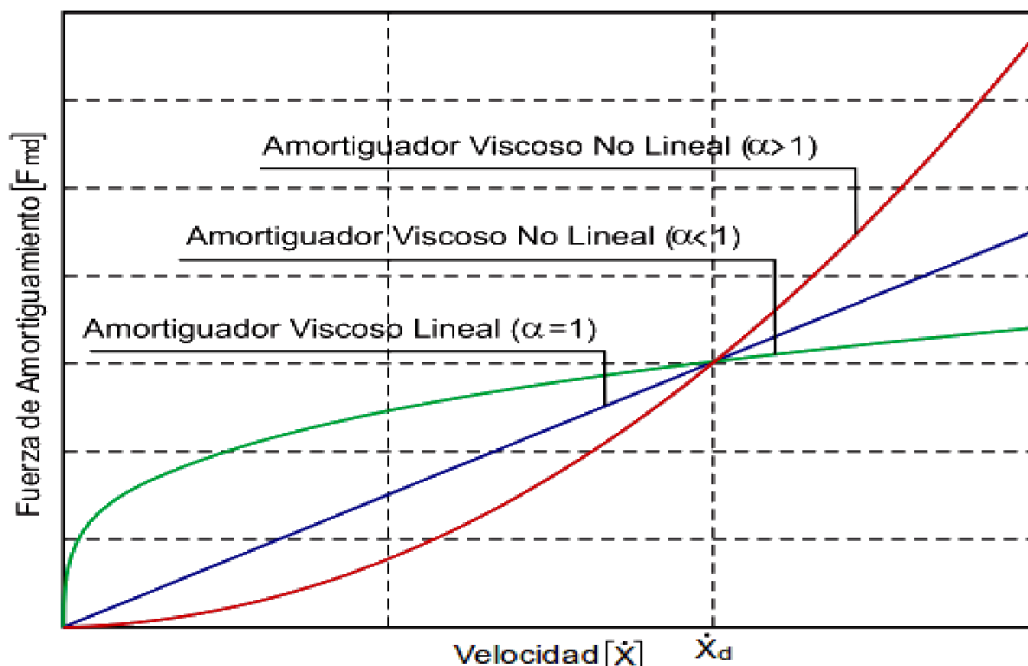
Cuando $\alpha = 1$ se trata de un disipador con comportamiento en el rango lineal.

Cuando $\alpha < 1$ los disipadores son buenos para disminuir los pulsos de alta velocidad que son generados por los sismos. Cuya variación es de 0.4 a 0.5, se ha demostrado en un buen funcionamiento para el diseño del edificio de concreto armado.

Cuando $\alpha > 1$ los disipadores necesitan mayores velocidades para incrementar la fuerza restauradora.

Figura 19

Relación Fuerza - Velocidad de los Disipadores-



Nota: Tomado de CDV Ingeniería Antisísmica, 2016.

Amortiguamiento efectivo (β_{eff}).

Según Chávez (2017) explica de la siguiente forma, el valor del β_{eff} del disipador se realiza en los ejes X y Y, se puede determinar mediante:

Ecuación 2: Amortiguamiento efectivo del disipador

$$B_x = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_0)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff} X)} \quad B_y = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_0)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff} X)} \quad \dots (\text{ver Anexo N}^\circ 07)$$

Amortiguamiento viscoso β_H .

Chávez (2017) afirma que, como se recuerda, la amortiguación efectiva sería la combinación entre la amortiguación añadida por los (disipadores de fluidos viscosos) más la amortiguación de la propia estructura, por tanto, la amortiguación viscosa, será dicha diferencia para lo cual debe estar en el rango entre 20% a 40% para que su comportamiento sea eficiente.

Ecuación 3: El cálculo de amortiguamiento viscoso

$$\beta_H X = \beta_{eff} X - 5\% \quad \beta_H Y = \beta_{eff} Y - 5\% \dots(\text{ver Anexo N}^\circ 07)$$

Chávez (2017) sostiene al respecto:

La propuesta de los fabricantes, en caso de que sea inferior al 20%, no será importante utilizar disipadores de energía y las eliminaciones de distorsiones mediante el elemento de corte. Si es superior al 40%, no se sugiere por dos razones, la primera es económica por la cantidad de disipadores y la segunda por el hecho de que la construcción no funcionaría integradamente. (2017)

Espectro de diseño.

Un espectro de diseño nos permite hallar las fuerzas sísmicas que tendrá una estructura dependiendo de su periodo, bajo un tipo de suelo y con una probabilidad de excedencia. Luego, si se diseñara con este espectro se tendría edificaciones muy robustas y costosas por lo que se incorpora el espectro inelástico. Este espectro está reducido por un factor de reducción de las fuerzas sísmicas “R” (Chávez, 2017).

Para obtener el espectro de diseño lo primero se deberá conocer la Pseudo aceleración espectral, por lo cual se obtendrá con la fórmula expresada según la norma E-030 y según el numeral 4.6.2 con $R = 1$. (Sencico-E.030, 2017)

Ecuación 4: Espectro de Diseño

$$V_{xy} = \frac{ZUCS}{R} \cdot g \dots\dots(\text{ver Anexo N}^\circ 07)$$

Velocidad del disipador.

Según Chávez (2017) afirma de la siguiente manera puntual. Con la siguiente fórmula llegamos a determinar la velocidad de cada disipador de fluido viscoso.

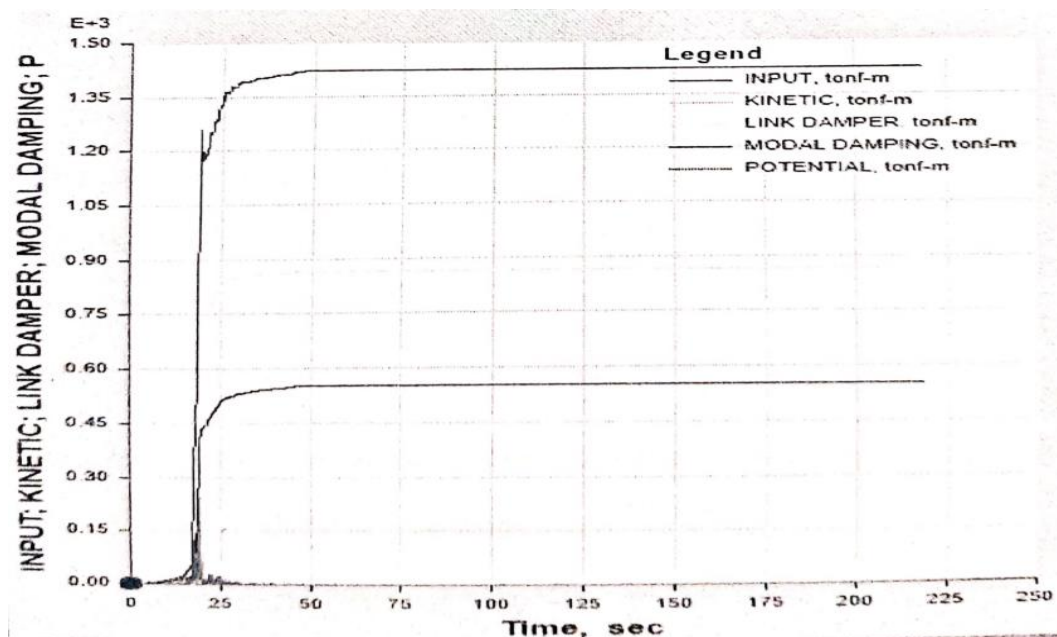
Ecuación 5: Velocidad de Disipador

$$V = \alpha \sqrt{\frac{F}{C}} m/s \dots\dots (\text{ver Anexo N}^\circ 07)$$

Balance energético: En el momento en que tenga una estructura mejorada que utilice protección de aseguramiento sísmico, por ejemplo, disipadores de líquidos Viscoso, se debe considerar la extracción del diagrama que muestra el equilibrio de energía de la construcción, es decir, obtener la curva de energía de información del extremo temblor, energía dinámica, potencial, amortiguación por el diseño y amortiguación por todos los disipadores. (Chávez, 2017).

Figura 20

Balance Energético de un Edificio con Disipadores Viscoso



Nota: Tomado de Diseño Sismorresistente de Edificación con Disipadores de Fluido

Viscoso, por J.P.N. Chávez, 2017, Grupo Universidad S.A.C.

Ecuación 6: % de disipación de energía sísmica.

$$\% \text{ de disipacion de energia} = \frac{\text{energia disipada por los dispositivos}}{\text{energia de entrada del sismo severo}} \times 100$$

La ecuación de la energía de un edificio sin disipador.

Según Chávez (2017) afirma, la siguiente ecuación se considera para edificios sin disipadores de energía se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 7: Ecuación Sin Disipadores

$$E_{sismo} = E_{cinetica} + E_{potencial} + E_{edificio}$$

La ecuación de la energía de un edificio con disipador.

Según Chaves (2017) afirma, la siguiente ecuación se considera para edificaciones con disipadores de energía se calcula de la siguiente forma:

Ecuación 8 Ecuación Con Disipadores

$$E_{sismo} = E_{cinetica} + E_{potencial} + E_{edificio} + E_{disipador}$$

Chávez (2017) afirma lo siguiente: La energía que ingresa del disipador viscoso (pasivo) es dependiente de la velocidad y actuara en primera instancia, entiéndase pasivo como la respuesta del edificio cuando necesite amortiguamiento, es decir, ante la presente ecuación, cuando el sismo de diseño ataque, los primeros en responder serán los disipadores de fluido viscoso, dejando la diferencia a la estructura, siendo esta mucho menos esforzada

Las normas a emplear en su respectivo cálculo será la sociedad (ASCE/SEI 7-10) capítulo 18, (2010) y FEMA 273 - 274, SEAOC según visión 2000 y que será aplicando la Metodología Házus.

Rigidez del Brazo Metálico “K”.

Según Chávez (2017) explica de manera puntual, los brazos metálicos, son los dispositivos de acero que se conectan o funcionan arriostrada al disipador en la estructura principal. La función que cumple los brazos metálicos, es trabajar solo axialmente tanto como tracción y compresión debido a los desplazamientos dados

en el entrepiso, el diseño tendrá que ganar o mejorar la fuerza axial máxima incluido por un disipador.

Ecuación 9 Ecuación de Rigidez del brazo metálico (K)

$$K = \left(\frac{EA}{L} \right) \dots\dots\dots(\text{ver Anexo N}^\circ 07)$$

El factor de reducción de la respuesta sísmica (B).

Según Chavez (2017) Afirma, disipadores en cada dirección si lo necesita puede ser una sola dirección, entonces en esa dirección se colocará dos disipadores o mejor sería simétrico. De tal manera la deriva máxima o la distorsión máxima resultante del análisis de tiempo – Historia lineal para el sismo de diseño y también deriva que lo voy a obtener objetiva a través de la metodología HAZUS, relación deriva – distorsión de una amenaza sísmica y el nivel de desempeño de acuerdo al comité VISION 2000.

Ecuación 10 Ecuación de factor de reducción de la respuesta sísmica

$$B_x = \left(\frac{D_{maxX}}{D_{objetivo}} \right) \qquad B_y = \left(\frac{D_{maxY}}{D_{objetivo}} \right)$$

De la siguiente manera, Chávez (2017) explica que: Se tiene en conocimiento que la deriva objetivo a la deriva máxima, donde el objetivo de la edificación es llegar con una disipación máxima respuesta, por las normas establecidos de cada país, en tal sentido en el Perú esta establecidos para edificaciones de concreto de un máximo es 0.007, es el valor que se puede tomar según la metodología Házus.

RESPUESTA SÍSMICA: VARIABLE DEPENDIENTE

Respuesta sísmica de las estructuras.

La respuesta sísmica es la forma como las estructuras responden a los movimientos del terreno y sus efectos causados por un sismo, según sus

características estas se enfocan en los desplazamientos laterales, derivas de entrepiso y la fuerza cortante basal (Chopra, 2012).

La acción del terremoto presenta diferentes aspectos o daños en la estructura. La diferencia de las características dinámicas ya que sus efectos dependen por el intercambio de complejidad entre la actividad sísmica de acuerdo a sus propiedades de suelo y de la propia edificación (Gutiérrez, 2017).

Según Gutiérrez (2017) afirma lo siguiente, las fallas más significativas en las estructuras son las que se originan por la actividad de un temblor, dependiendo de su magnitud que puede causar o superar las condiciones límites de la estructura, donde estas fallas pueden representar derrumbes y desplomo en la estructura nos trae las consecuencias de pérdidas de Bienes, Materiales y / o humanas, en la edificación.

El control de la Respuesta Sísmica en Edificaciones.

Según Oviedo y Duque (2006) afirma que, de acuerdo a las normas vigentes es controlar la respuesta sísmica ante un evento sísmico la edificación se tiene la combinación de fuerzas, rigidez y en su límite de dispersión de energía en la calidad inelástico de la estructura, así mismo tomando la consideración de ductilidad para la estructura de concreto armado.

Control de la respuesta sísmica, de lo anterior, debemos expresar que los análisis de la investigación, el plano y el diseño de la estructura que va estar directamente relacionado con el temblor sísmico de diseño que, por lo tanto, está representado por un período de retorno y una probabilidad de superación. En nuestras presentes normas de sismorresistente actual están establecido de acuerdo el (E030-2019) el temblor sísmico plan se ha caracterizado como la ocasión que produce un aumento de velocidad de nivel más extremo, hasta tal punto que la probabilidad que se ha superado en un tiempo de 50 años es del 10%, es decir también se tiene un período de retorno de 475 años. Que es básicamente el mismo que el de los códigos globales (Alvares, 2017).

Análisis estático.

Para las edificaciones las condiciones de altura y de regularidad en planta del tal forma se tiene que cumplir parámetros de normas, los diseños en los pisos de la estructura se determinan las Fuerzas cortantes, momentos torsores y fuerzas sísmicas verticales aplicando los métodos y realizando cálculos manuales y matricial, de tal sentido los resultados son comparados con la aplicación de métodos de análisis dinámico, mediante el procedimiento de análisis que muestra diagrama de flujo (Grases et al., 1984).

Así mismo los métodos representa la solicitud sísmica, mediante el conjunto de fuerzas actuada en el centro de masa de cada nivel del edificio (E.030, 2019).

Análisis dinámico.

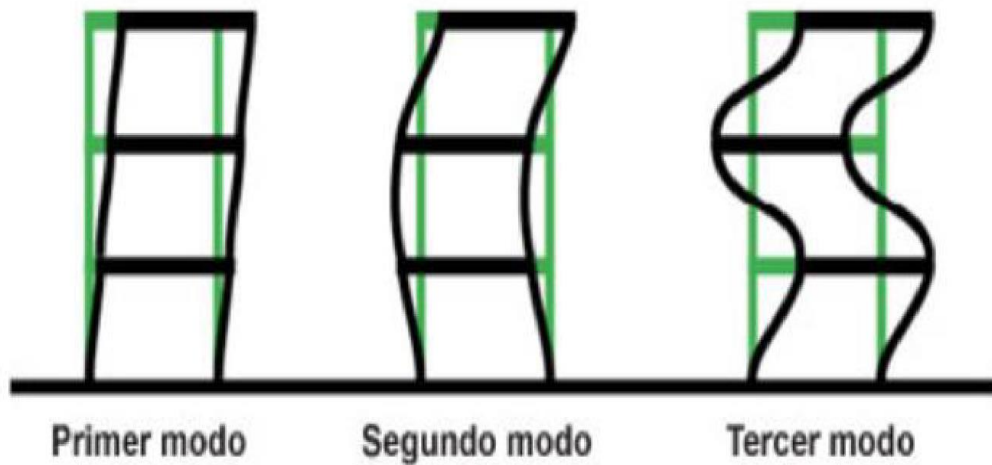
Periodo de Vibración o modos de vibración la definición de periodo de vibración, Santillán (2019) sostiene al respecto:

Es un método que se usa para encontrar las formas en que la edificación vibrara, considerando un comportamiento elástico y lineal, este método nos facilitara las frecuencias y modos naturales con los que vibra la edificación, se tiene como objetivo mediante este análisis es obtener los modos de vibración de una edificación cuya suma de masa efectivas se por lo menos 90% de la masa total de acuerdo al de rangos de libertad y analizando el efecto de su localización en cada uno de los pisos.

Los módulos de vibración y frecuencias son parámetros propios de la edificación, dado que solo se requieren las especificaciones de la rigidez y su distribución de la masa. Una edificación abra tantos periodos de vibración y sus respectivas frecuencias según sus grados de libertad que posee (Santillán, 2019).

Figura 21

Modo de Vibración en una Edificación.



Nota: Tomado de la tesis de A. Santillán, (2019).

Respuesta espectral.

Según Santillán (2019) afirma lo siguiente: Cuando se habla de “Respuesta Espectral” se debe entender que se analizará el comportamiento de la estructura ante un movimiento sísmico a la cual es sometida. Se evaluará para que esta se comporte dentro del rango elástico, para lo cual se debe determinar su periodo fundamental de vibración, además de considerar un factor de amortiguamiento y formular el diseño a un signo de aumentos de velocidad sísmica, luego se obtendrán los diferentes desplazamientos, aceleraciones y fuerzas cortantes máximas que se aplican sobre cada losa; con los datos obtenidos podremos obtener los parámetros de evaluación como son la cortante basal, desplazamientos laterales y distorsiones de entrepiso.

Fuerza de Corte Basal.

La definición de la Fuerza de Corte Basal según Santillán (2019) afirma lo siguiente: Es la sumatoria de todas las fuerzas cortantes que se producen en cada piso y se representa en la base de la edificación, se denomina como cortante basal. Las fuerzas elaboradas en cada nivel de la edificación, son la resultante de la acción de la fuerza generada por el terremoto sobre las losas, donde la sumatoria se acumula mientras se examina la resultante hasta llegar al nivel del terreno.

La fuerza cortante mínimas son de carácter sumamente útil para edificaciones que se tiene que cumplir de acuerdo a los rangos establecidos, así como nos indica no puede ser menor 80% en estructuras regulares, ni menos que 90% para estructuras irregulares que nos permite a cumplir.

La fuerza cortante resultante a nivel de terreno de la edificación para cada dirección, se calcula considerando la ecuación 11

Ecuación 11 Ecuación de fuerza de corte basal

$$V = \frac{Z*U*C*S*P}{R} \dots\dots (\text{ver Anexo N}^\circ 07)$$

Zonificación.

Según la norma de RNE, E.030 (2019) se afirma de la siguiente manera, los movimientos telúricos a nivel nacional en el Perú están repartidos en cuatro zonas sísmicas y también se está asigna un factor de Z, para cada zona símica.

Tabla 1

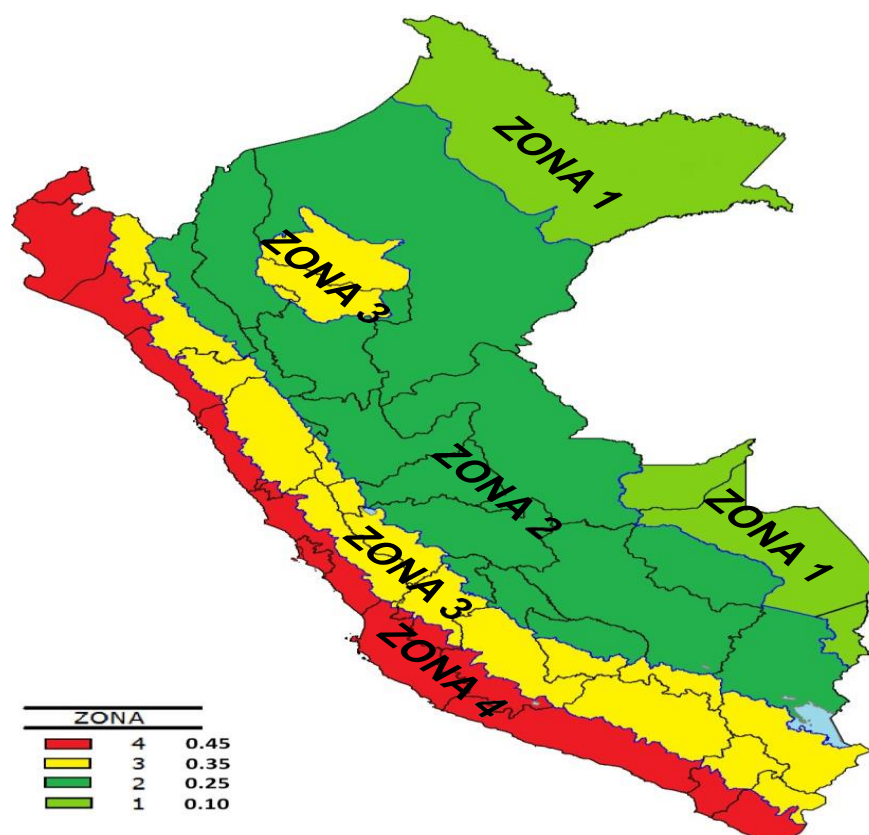
Factores de Zona (Z)

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota: Tomado de RNE de Diseño sismorresistente, por Norma E.030, 2019.

Figura 22

La Zonificación.



Nota: Tomado de *RNE de Diseño sismorresistente, por Norma E.030, 2019.*

Condiciones geográficas.

Según las normas del RNE, E.030 (2019), los tipos de perfil de suelo son:

Perfil tipo S0: Roca dura, Perfil tipo S1: Roca o Suelo muy rígidos, Perfil tipo S2: Suelos Intermedios, Perfil tipo S3: Suelos Blandos, Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales.

Categoría de las edificaciones y factores de uso (U).

Según las normas del RNE, E.030 (2019) se afirma de la siguiente manera, la clasificación y su factor de U. de tal manera también para edificaciones con asilamientos sísmicos en base a su consideración se toma $U=1$ y su tabla de categorización y factor u se encuentra (Anexo N° 07).

Periodo fundamental de vibración.

Según el RNE, E.030 (2019) se afirma de la siguiente manera, el periodo es el tiempo necesario para realizar en un ciclo completo de movimiento y así también todas las normativas se tiene su periodo natural o informática, que estos se realizan en ambas direcciones en el ejes de X y Y, se tiene que considerar el coeficiente (C_T). según Bazan y Meli (1990) explica. la respuesta sísmica del sistema elástico su grado de libertad va depende de su frecuencia de vibración y periodo.

Ecuación 12 Ecuación de periodo fundamental de vibración.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad \text{.....(ver Anexo N° 07)}$$

Desplazamientos laterales: Según RNE, en la norma E- 030 (2019) explica de la siguiente manera.

Cuando la estructura está sometida a cargas laterales provocadas por esfuerzos sísmicos, se producirá un desplazamiento lateral, que depende de la rigidez y calidad de la edificación. Para obtener el desplazamiento lateral máximo que ocurrió durante un terremoto, el desplazamiento obtenido al realizar un análisis elástico con la fuerza sísmica paralela al suelo debe multiplicarse por 0,75 R.

Estos se obtienen cuando se aplica un espectro de respuesta sísmica al edificio. Determinándose el desplazamiento de cada placa y el desplazamiento de la parte superior con respecto a la base del edificio.

Derivas: según RNE, en la norma E- 030 (2019) explica lo siguiente manera puntual.

El desplazamiento relativo que se genera entre dos losas o diafragmas rígidos, según la norma E-0.30 tiene que ser menor al 0.007. La deriva se determina de la siguiente manera, dividiendo la distancia entre las alturas de entrepisos y el

desplazamiento relativo entre ellas su medida es adimensional. Con los desplazamientos de cada losa de la estructura, obtenido del análisis espectral, se procede a encontrar el desplazamiento relativo de cada losa respecto al más cercano del límite, para lo cual se divide por altura o separación de sus centros de masa, y se obtiene las derivas de entrepiso, las cuales deben ser menores a los valores máximos para cada tipo de edificación indicado en la Norma E030.

Los **enfoques conceptuales** son los siguientes:

Sismo: Según Delgado (2011), los sismos se clasifican en base a su origen natural y artificial, generan en la tierra con mayor o menor violencia. Que ocasionan daños cuando es muy fuerte el terremoto o el temblor.

Magnitud de un sismo: Según Delgado (2011), es la medida que menciona los valores de cantidad de energía liberada en el foco sísmico con que magnitud e intensidad ha pasado y que podría ocasionar daños significativos, donde su intensidad está en los rangos de 5.8 – 7.5 en la escala de Richter.

Análisis sísmico: Según Bazan y Meli (1990). Es el cálculo de la respuesta de la estructura por los métodos de análisis dinámico, con que las estructuras serán diseñadas para resistir las cargas durante un sismo.

Elemento: según FEMA-273 (1997), es el conjunto de componentes estructurales que actúa junto para resistir las fuerzas laterales, tales como resistentes a momentos, marcos arriostrados, muros de corte y la diafragma.

Periodo natural de vibración: Según Bazan y Meli (1990) es la cantidad de tiempo requerido para que un objeto complete un ciclo.

Amortiguadores viscosos: Según (Alireza, 2015), son mecanismos que, mediante el uso de fluido viscoso dentro de un cilindro, la energía se disipa. Debido a la facilidad de instalación, adaptabilidad y coordinación con otros elementos que

son parte del dispositivo de diferentes tamaños, los amortiguadores viscosos tienen muchas aplicaciones en el diseño.

La respuesta sísmica es la forma como las estructuras responden a los movimientos del terreno y sus efectos causados por un sismo, según sus características estas se enfocan en los desplazamientos laterales, distorsiones de entrepiso y la fuerza cortante basal (Chopra, 2012).

Disipadores de fluidos de viscosos: Son estructuras metálicas que se acoplan a los pórticos de las estructuras y tienen como propósito disipar la energía producida por un evento natural ya sea un sismo, fuerzas del viento, etc., de manera que los elementos estructurales convencionales como son vigas, columnas no se vean exigidos, teniendo como ventajas el aumento del amortiguamiento, disipación de energía sísmica y comportamiento histerético (Villarreal y Oviedo, 2009).

Factores de respuesta dinámica: Los factores se definen la amplitud en tres respuestas como son las siguientes deformación o desplazamiento- Fuerzas, velocidad y aceleración (Chopra, 2012).

Amortiguadores fluidos viscosos: según Chopra manifiesta de manera puntual, el amortiguador viscoso más comúnmente utilizado para la protección sísmica de estructuras. (2012)

Deriva entre pisos: Según FEMA-273 (1997), es el horizontal relativo de desplazamiento de dos pisos adyacentes en una estructura.

Desplazamiento: Según FEMA-273, es el movimiento total en forma horizontal, de un componente o elemento de una estructura. (1997)

Deformación: Según FEMA-273 (1997), es el desplazamiento relativo o la rotación de los extremos de un elemento estructural.

Desplazamiento máximo: Según FEMA-273 (1997), es el desplazamiento mayor de un aislamiento o disipador de energía que va disipar en un evento sísmico.

Edificios: Según ASCE/SEI 7-10 (2010), son las estructuras que generalmente están delimitadas por paredes, columnas y un techo, construidos para proporcionar apoyo o refugio para una ocupación prevista.

Categoría de riesgo: Según ASCE/SEI 7-10 (2010), es una categorización de edificios y otras estructuras para la determinación de cargas de inundaciones, viento, nieve, hielo y terremotos según el riesgo asociado con un desempeño inaceptable.

Estructura: Según Delgado (2011), son conjunto de elementos resistentes que colaboran para soportar las fuerzas o cargas mantenidos en todo momento su equilibrio, es decir todas las fuerzas que actúan sobre una estructura de tal manera se compensan mutuamente.

Fuerza cortante: Según delgado (2011), son componentes de la resistencia total al desplazamiento de la porción de sólido a un lado de la sección de exploración respecto a la otra porción.

Ductilidad de las estructuras: Según Labastida y Ruiz (1999), es la propiedad de soportar mayores deformaciones inelásticas sin fallar ni reducir su desplazamiento de carga, su propiedad es muy deseable en las estructuras localizados en zonas sísmicas.

Resistencia: Según Labastida y Ruiz (1999), es la propiedad de un objeto de resistir esfuerzos y fuerzas sin romperse, dañarse o deformarse.

La rigidez: Según Grases et al. (1984), son los elementos estructurales que contribuyen en la edificación, que consiste en la determinación de inercia de los componentes de concreto armado que este asociado en su estado no fisurado.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación corresponde a un **enfoque cuantitativo**, porque reúne datos para justificar una hipótesis con fundamento en la cuantificación numérica y al procesamiento de datos estadísticos, con el propósito de establecer patrones de comportamiento y justificar teorías. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Así mismo forma parte del **tipo de investigación aplicada**, porque se relaciona con la investigación básica, debido a que es dependiente de sus descubrimientos y aportes teóricos para solucionar problemas. (Valderrama, 2015). Por otra parte, el estudio se ubica en el **nivel de investigación correlacional - causal**, se tiene como finalidad conocer la relación que existe entre las variables de estudio en un marco de especial particularidad. (Hernández, 2010). De acuerdo a lo expuesto anteriormente el estudio pertenece al **diseño no experimental**, porque se realiza sin manipular las variables (Valderrama, 2015). Además, el presente estudio será de forma **transversal**, porque la recolección y obtención de datos se realizará en un momento único determinando la función de la relación causa-efecto (Hernández, Fernández & Baptista, 2014)

3.2 Variables y operacionalización

Variables

Son las propiedades únicas que tiene cada individuo, cosas o instituciones, y cuando son objetos de medición, pueden sufrir manipulaciones y cambios según estas se relacionen.” (Valderrama, 2015)

Variable independiente(V.I.)

Disipadores de fluido viscoso.

Variable dependiente(V.D.)

Respuesta sísmica.

Operacionalización de variables

Es la técnica de convertir las variables de conceptos abstractos a unidades medibles. (Valderrama, 2015)

Definición Conceptual

V.I.: Son estructuras metálicas que se acoplan a los pórticos de las estructuras y tienen como propósito disipar la energía producida por un evento natural ya sea un sismo, fuerzas del viento, etc., de manera que los elementos estructurales convencionales como son vigas, columnas no se vean exigidos, teniendo como ventajas el aumento del amortiguamiento, disipación de energía sísmica y comportamiento histerético (Villarreal y Oviedo, 2009)

V. D.: La respuesta sísmica es la forma como las estructuras responden a los movimientos del terreno y sus efectos causados por un sismo, según sus características estas se enfocan en los, distorsiones de entrepiso, desplazamientos laterales y la fuerza cortante basal. (Chopra, 2014)

Definición operacional

V. I.: Esta variable se definió mediante 3 dimensiones; amortiguamiento, disipación de energía sísmica y comportamiento histerético, esto permitió determinar si los disipadores de fluido viscoso influyen en la reducción de la respuesta sísmica de una edificación de 12 pisos y se midió mediante una ficha de registro de datos.

V. D.: Esta variable se definió mediante 3 dimensiones; distorsiones de entrepiso, desplazamientos laterales y la fuerza cortante basal, esto permitió determinar si los disipadores de fluido viscoso influyen en la reducción de la respuesta sísmica de una edificación de 12 pisos y se midió mediante una ficha de registro de datos.

3.3 Población, muestra, muestreo

Población

Es la agrupación de elementos que gozan de características y características similares y comunes (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Por lo tanto, el estudio selecciono las edificaciones que se realizan en la ciudad de Puno.

Muestra

Es la porción que se extrae de la población para un determinado estudio con el fin de conocer sus características. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Para nuestro estudio la porción lo conforman las edificaciones que se diseñan y elaboran en la Empresa Escalarq S.A.C. de la ciudad de Puno.

Muestreo

El muestreo de este estudio es el no probabilístico porque el investigador selecciona la muestra representativa en base a su comodidad y criterio. (Valderrama, 2015). La muestra representativa es la edificación de 12 pisos de la Empresa Escalarq S.A.C. de la ciudad de Puno.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

La **Técnica de recolección de datos**, es el mecanismo por el cual se reúnen datos de forma organizada sistemática, eficaz y confiable, de acuerdo a lo mencionado este estudio utilizará la técnica del fichaje (Valderrama, 2015).

Instrumento de recolección de datos

Por este medio será utilizado para recabar información sobre un problema de estudio, y según a la técnica empleada se utilizará la ficha de registro de datos (Valderrama, 2015).

Ficha de registro de datos

Es un instrumento que es diseñado para registrar información y características del objeto estudiado (Arias, 2012).

Validez del instrumento de recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos es válido cuando mide lo que la variable pretende medir. Según (Hernández, Fernández & Baptista, 2014)

Validez de expertos

Para este estudio utilizará la validez de expertos porque se tomará en consideración la valoración del instrumento por 3 expertos en el tema. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). (Anexo N° 04)

Confiabilidad del instrumento de recolección de datos

Un instrumento es confiable cuando los resultados de su aplicación a un mismo objeto de estudio son similares en dos momentos distintos (Valderrama, 2015), y para evaluar la confiabilidad del instrumento de recolección de datos se utilizará la técnica de consistencia interna.

Confiabilidad de consistencia interna

Esta técnica seleccionada para nuestro estudio determina si los datos de una muestra son similares al recolectarse en una prueba, es decir ambas medidas deben tener datos homogéneos (Valderrama, 2015).

El instrumento se aplicó a una muestra piloto de 12 registros de cada piso de una edificación en los ejes X e Y, el resultado se presenta a continuación:

Tabla 2

Resultados de confiabilidad del instrumento.

<i>Estadísticas de fiabilidad</i>	
Alfa de Cronbach	Nº de elementos
0,852	12

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3*Interpretación del coeficiente Alfa de Cronbach.*

Intervalos	Interpretación
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.00	Confiabilidad perfecta

Nota: Tomado de Notas de Psicometría, por Herrera (1998).

Los datos de la muestra de estudio tienen una excelente confiabilidad ya que el coeficiente alfa de Cronbach (0,852) se encuentra en el intervalo de 0,72 a 0,99.

3.5 Procedimientos

El presente estudio utilizó los procedimientos concordantes para la realización y cumplimiento de los objetivos específicos. En primer lugar, se elaboraron los instrumentos de recolección de datos que después de su evaluación fueron aprobados y validados a través del juicio de expertos. En segundo lugar, se procedió a simular la edificación mediante el software Etabs v.18.0.2 para verificar los datos de la respuesta sísmica de la estructura convencional según la NTP E.030 y la respuesta sísmica de la estructura con la incorporación de disipadores de fluido viscosos. En tercer lugar, se aplicó el instrumento ficha de recolección de datos según al indicador correspondiente para obtener datos de la relación causa – efecto entre la variable independiente sobre la variable dependiente para cumplir con el objetivo específico 01 - Determinar la reducción de los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso. Luego se aplicó el instrumento ficha de recolección de datos según al indicador correspondiente para obtener datos de la relación causa – efecto entre la variable independiente sobre la variable dependiente para cumplir con el objetivo específico 02 - Determinar la reducción de las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso. Para poder lograr el objetivo específico 03 - Determinar la reducción de la fuerza cortante basal en una edificación 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso se utilizó

instrumento ficha de recolección de datos según al indicador correspondiente para obtener datos de la relación causa – efecto entre la variable independiente sobre la variable dependiente. En cuarto lugar, después de la aplicación de los instrumentos, se realizó el procesamiento y análisis de los datos obtenidos.

Para el presente estudio se solicitó el permiso correspondiente a la empresa Escalarq S.A.C. vía documento (Anexo N° 10), el cual ha sido recepcionado y aceptado permitiéndonos tener acceso, permisos y las facilidades necesarias para poder realizar nuestro estudio de investigación con los proyectos que vienen realizando

3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis de datos se realizará de la siguiente manera:

Análisis descriptivos:

Se elaboró una base de datos para cada variable, con el fin de analizar los datos y asegurar su posterior uso e interpretación.

Se utilizó las tablas para almacenar el total de los datos obtenidos de las dimensiones de las variables.

Finalmente se utilizará el diagrama de barras, para su fácil comprensión e interpretación.

3.7 Aspectos éticos

Los documentos e información utilizados en este proyecto son confidenciales y veraces, siendo los investigadores responsables de la confidencialidad y veracidad de la información brindada.

Veracidad, En el presente estudio, los datos obtenidos son completamente verdaderos y completamente elaborados por el autor, lo que demuestra la veracidad de la información mostrada.

Confidencialidad, En el presente estudio, los datos obtenidos son completamente confidenciales, porque los investigadores manejarán, administrarán y difundirán la información y los resultados obtenidos de forma privada.

Respeto a los derechos de propiedad intelectual, el propósito de este estudio investigación es revisar y utilizar los precedentes y teorías nacionales e internacionales sobre temas relacionados con el tema de estudio guardando respeto a los autores originales citándolos adecuadamente según la información extraída de estos trabajos, artículos, tesis y otros en base a la norma APA 7ma edición.

IV. RESULTADOS

La **descripción del proyecto** es la siguiente: Se encuentra ubicado en el Departamento de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno, en la Urbanización de Barrio Manto, Jirón San Luis de Alva, con coordenadas UTM siguientes: 19L, X: 390913.55 E, Y: 8245806.64 S y Altura: 3942 m.s.n.m., con dimensiones de 25m de largo x 20.34m de ancho con un total de área de 508.50 m², con una altura de 36.50 m, que se reparten en 12 pisos, con una altura de entrepiso del primer piso de 3.50 m, la altura de los pisos siguientes es de 3.00 m, pertenece a la zona sísmica 3, y tiene un suelo tipo S2.

Figura 23

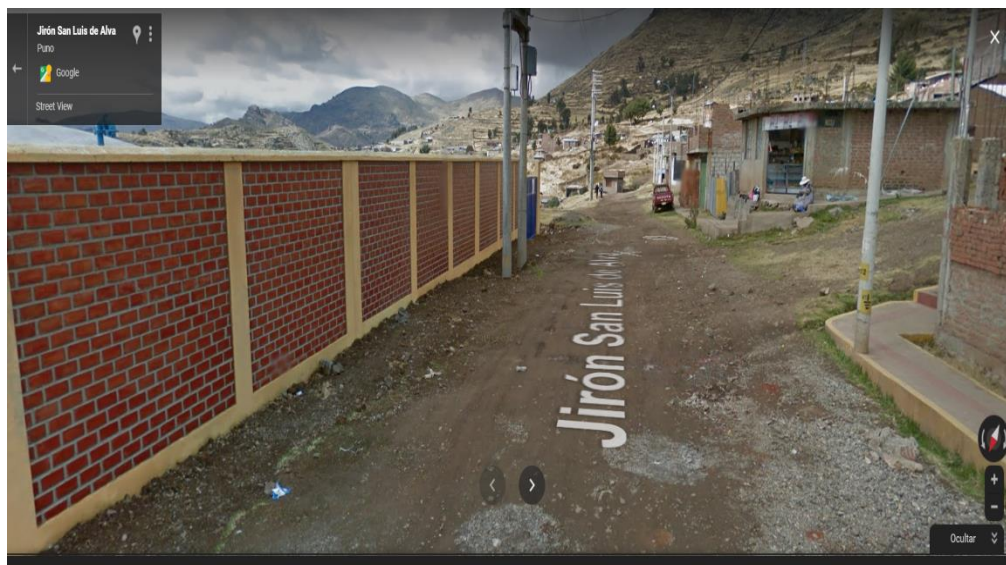
Ubicación Satelital.



Nota: Tomado de Google Maps, (2021).

Figura 24

Fotografía satelital del terreno

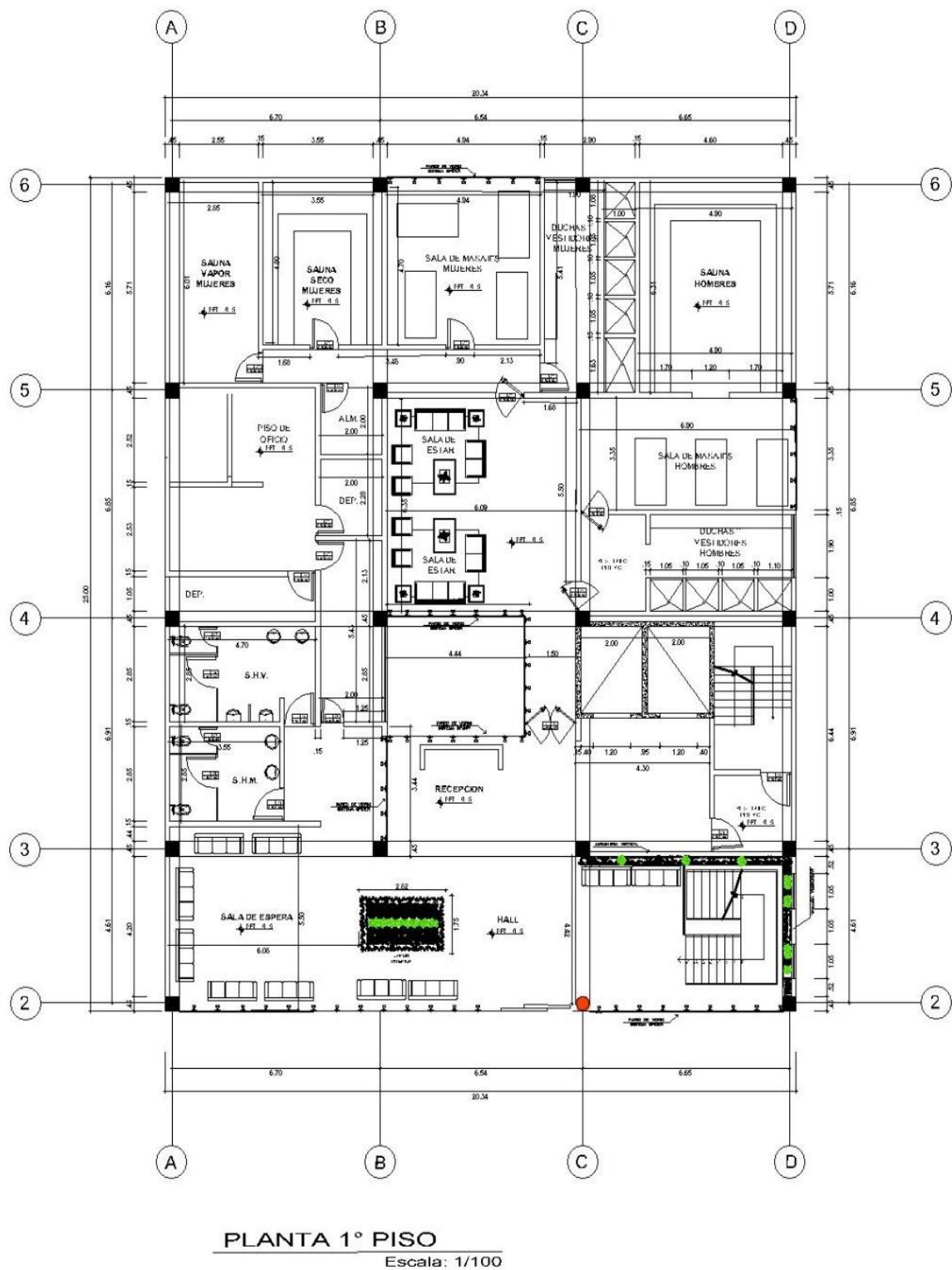


Nota: Tomado de Google Maps, (2021).

El **diseño arquitectónico** de la edificación consta de 12 pisos y se distribuye de la siguiente manera: El **primer nivel** consta de, 01 sala de espera, 01 área verde, 01 recepción, 02 escaleras, 01 ascensor, 01 vestíbulo previo, 01 S.H. Hombres, 01 S.H. Mujeres, 01 sala de estar, 01 piso de oficio, 02 depósitos., 01 almacén, 01 ducha y vestuario de hombres, 01 sala de masajes de hombre, 01 sauna de hombres, 01 ducha y vestuario de mujeres, 01 sala de masaje de mujeres, 01 sauna seco de mujeres y 01 sauna de vapor de mujeres. El **segundo nivel** consta de, 01 Hall, 01 sala de espera, 01 vestíbulo previo, 01 S.H. Hombres, 01 S.H. Mujeres, 01 piso de oficio, 01 almacén, 01 ducha y vestuario de hombres, 01 sala de masajes de hombre, 01 sauna seco de hombres, 01 gimnasio-sala de maquina 02, 01 sala de maquina 01, 01 ducha y vestuario de mujeres, 01 sala de baile y 01 sauna de vapor de mujeres. Y del **tercer nivel al doceavo nivel** son pisos típicos de constan de, 03 habitaciones simples con baño privado y W.C, 02 habitaciones dobles con baño privado, 04 habitaciones dobles con baño privado y W.C, 01 sala de espera, 01 vestíbulo previo, 02 jardines interiores, 02 salas de trabajos de oficio, 01 piso de oficio, 01 S.H. compartido y 6 terrazas.

Figura 25

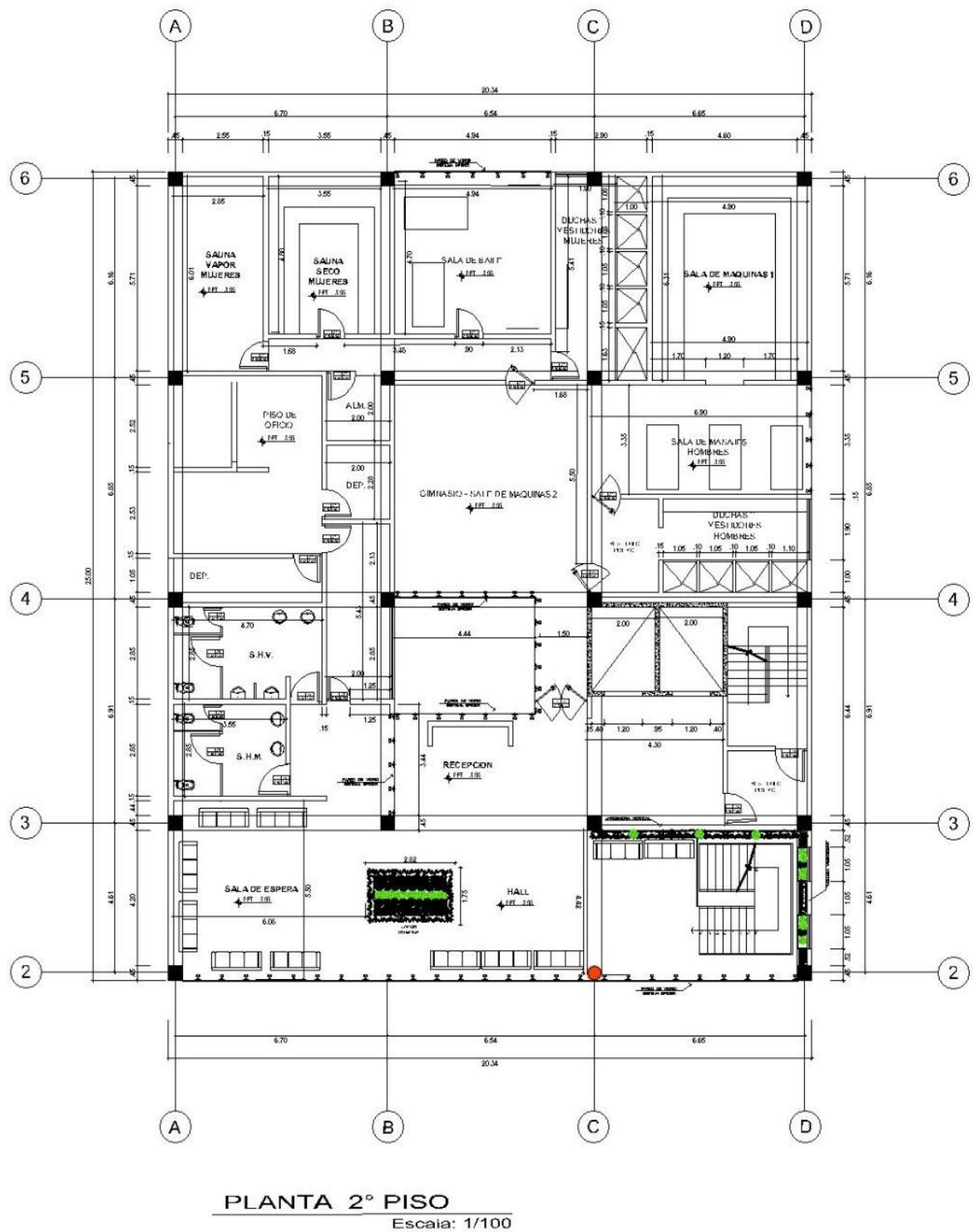
Plano en Planta de Arquitectura del Primer Nivel.



Nota: Elaboración Propia (Programa AutoCAD), (2021)

Figura 26

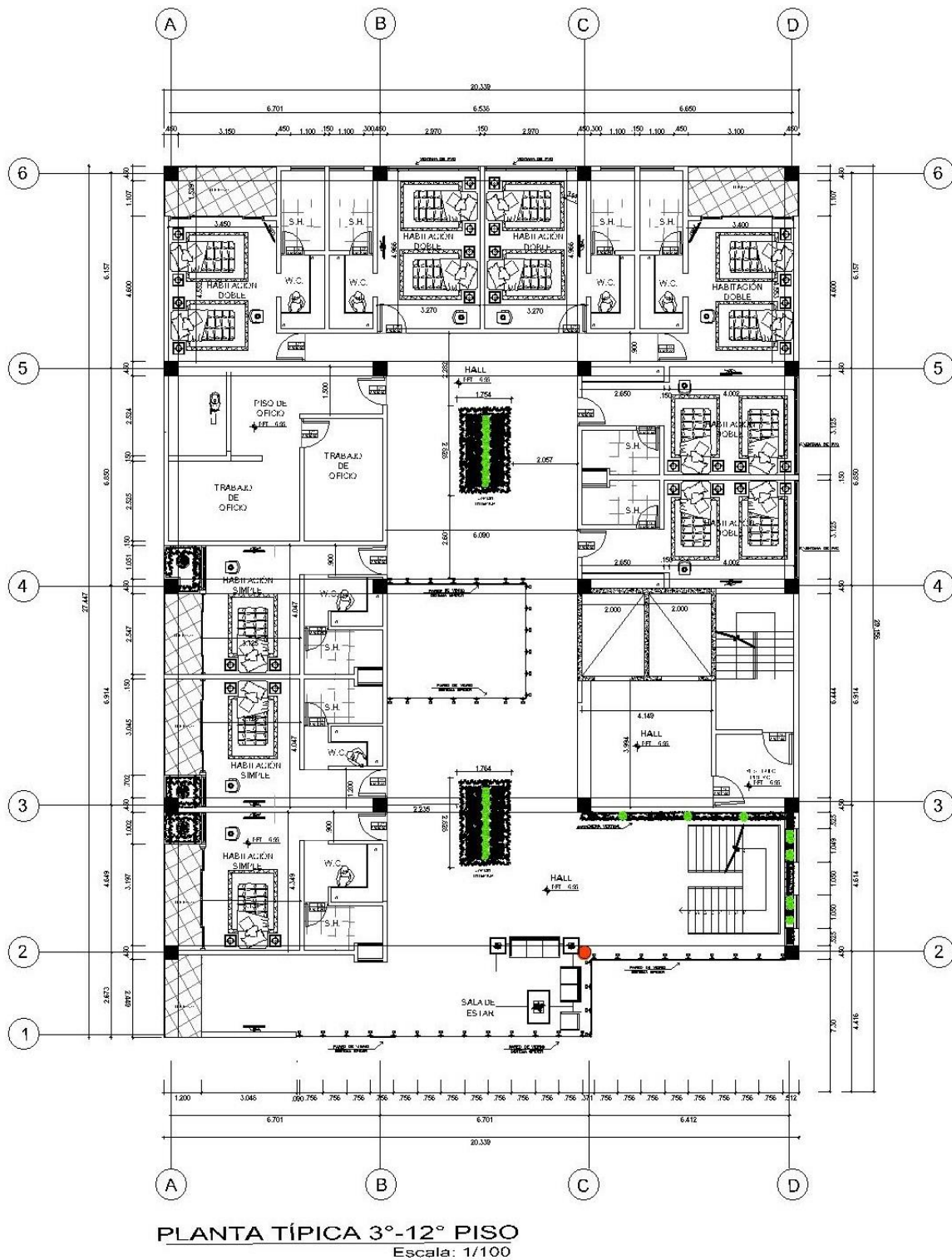
Plano en Planta de Arquitectura del Segundo Nivel.



Nota: Elaboración Propia (Programa AutoCAD), (2021).

Figura 27

Plano en Planta típica de Arquitectura del Tercer a Doceavo nivel.



Nota: Elaboración Propia (Programa AutoCAD), (2021).

Se consideró los siguientes datos para el **modelamiento de la estructura** como son:

Las propiedades de los materiales:

Concreto:

Resistencia a la compresión: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
 Peso específico del concreto: $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
 Módulo de elasticidad: $E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de poisson: $u = 0.20$.

Acero:

Esfuerzo de fluencia: $f_y = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de elasticidad: $E_s = 2.0 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$

La **estructuración del proyecto** de investigación consta de 12 niveles, el nivel del desplante es de 1.50 m según el EMS, el primer nivel tiene una altura de 3.50 m y los demás niveles son de 3.00m de altura. Los principales criterios que se tomaron en cuenta para la estructuración de la edificación se detallan en la tabla 4.

Tabla 4

Criterios de estructuración y diseño.

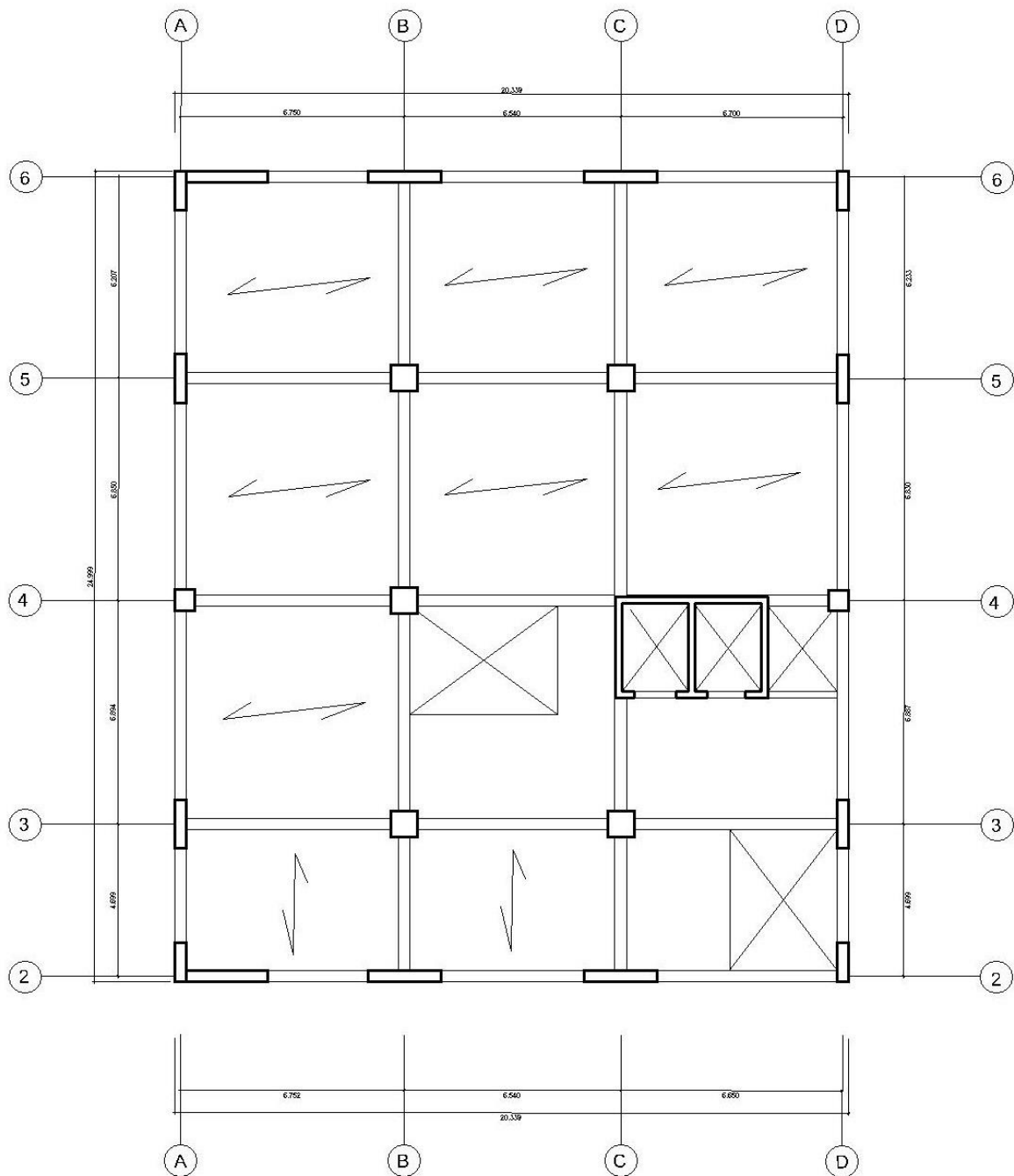
DESCRIPCIÓN	SI	NO
Simplicidad y simetría	X	
Uniformidad y continuidad de la estructura	X	
Rigidez lateral	X	
Elementos no estructurales	X	

Nota: Elaboración Propia

La estructuración estará conformada por los elementos estructurales siguientes: Columnas, vigas peraltadas, vigas de borde, vigas chatas, placas estructurales, losas aligeradas y losas macizas, y están distribuidas de la siguiente manera.

Figura 28

Plano de estructuración del nivel 1º y 2º.

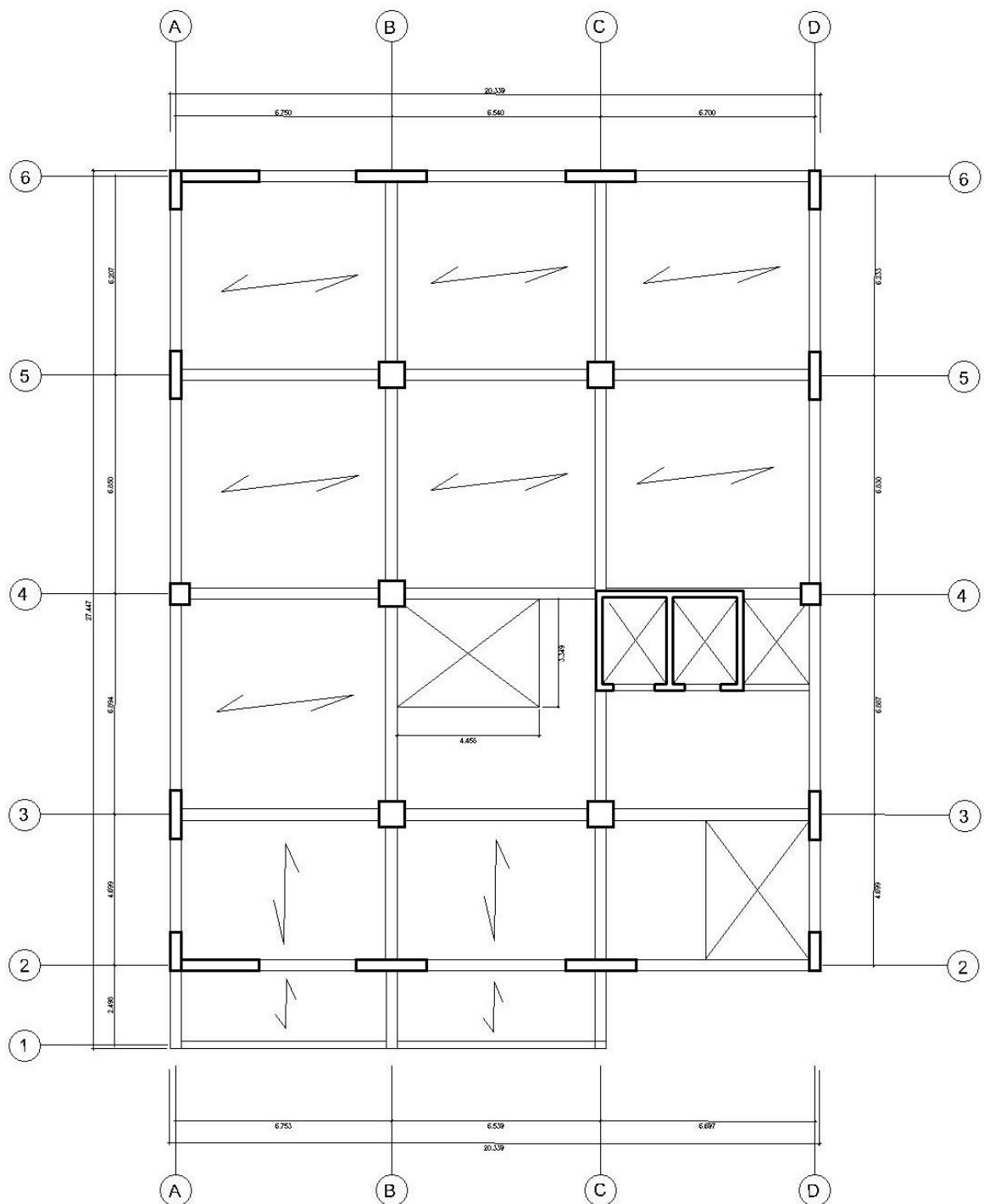


ESTRUCTURACIÓN TÍPICA DEL 1º Y 2º PISO
Escala: 1/100

Nota: Elaboración Propia (Programa AutoCAD), (2021).

Figura 29

Plano de estructuración del nivel 3° al 12°.



ESTRUCTURACIÓN TÍPICA DEL 3° AL 12° PISO
Escala: 1/100

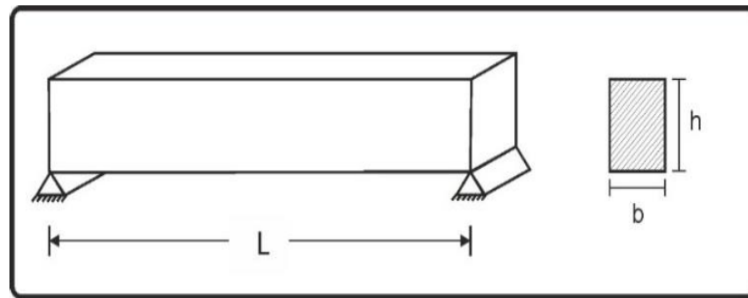
Nota: Elaboración Propia (Programa AutoCAD), (2021).

El **predimensionamiento** de los elementos estructurales de la edificación se realizó de la siguiente manera:

El **predimensionamiento del peralte y la base de las vigas** se calcula según las luces más grandes de las vigas principales y las vigas secundarias.

Figura 30

Dimensiones de una Viga.



Nota: Tomado de *Ingeniería Sismo Resistente*, por G. Villarreal, (2013).

$$h = \frac{L}{10} \quad y \quad b = \frac{h}{2}$$

Tabla 5

Predimensionamiento de Vigas.

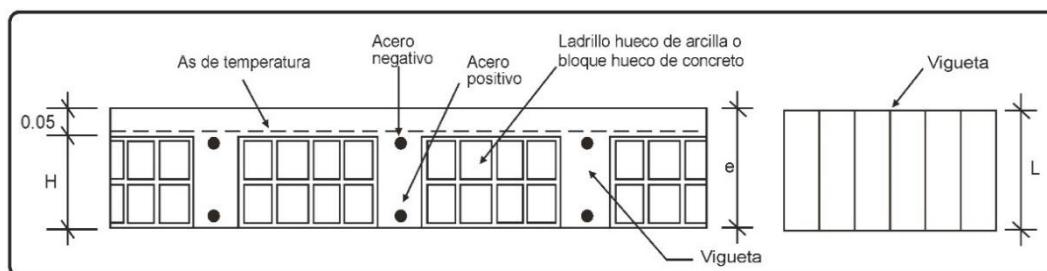
Vigas Principales	Ln	h	b
VP	6.89 m	0.70 m	0.35 m
Vigas Secundarias	Ln	h	b
VS	6.75 m	0.50 m	0.35 m

Nota: Elaboración Propia

El **predimensionamiento de la altura de losas aligeradas** se calcula según a la mayor luz libre entre pórticos.

Figura 31

Predimensionamiento de Losas



Nota: Tomado de *Análisis y diseño de edificaciones de Albañilería*, Por T.F. Abanto, (2012).

$$h = \frac{Ln}{21}$$

Tabla 6

Predimensionamiento de Losa Aligerada

Luz libre del pórtico	h (Peralte)
6.89 m	0.30 m

Nota: Elaboración Propia

El **predimensionamiento de la altura de losas macizas** se calcula según a la mayor luz libre entre pórticos.

$$h = \frac{Ln}{40}$$

Tabla 7

Predimensionamiento de Losa Maciza

Luz libre del pórtico	h (Peralte)
6.89 m	0.20 m

Nota: Elaboración Propia

El **predimensionamiento de las columnas** se calcula según el área tributaria y el método de la inercia, se usó los siguientes criterios

Para columnas esquinadas excéntricas

$$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.35 * f'c}$$

Para columnas centradas

$$A_{col} = \frac{P_{servicio}}{0.45 * f'c}$$

Tabla 8

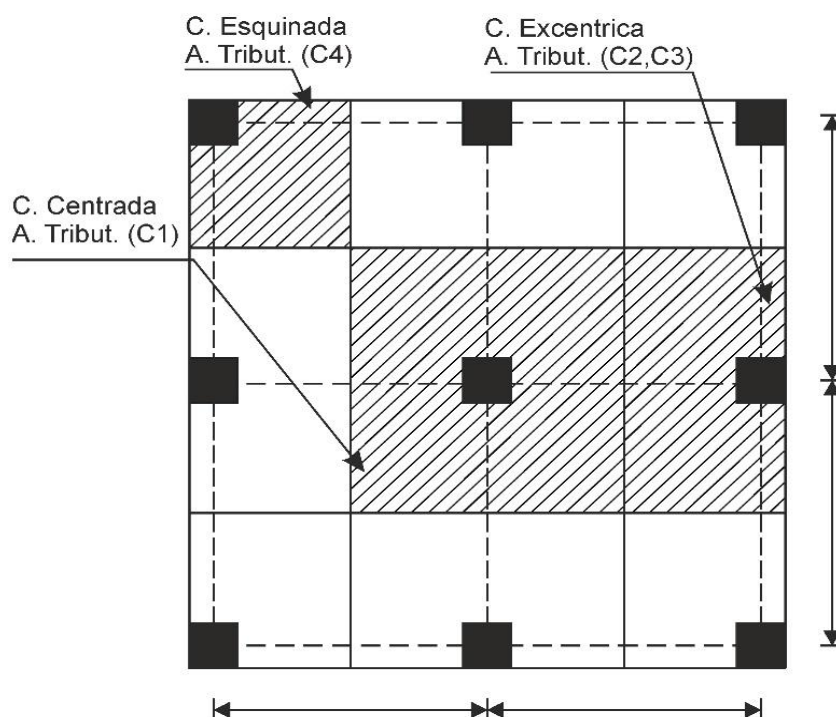
Predimensionamiento de Columnas

Columna	At	P servicio	b	t
Esquinada	11.05 m2	132,600 kg	0.45 m	0.45 m
Excéntrica	23.81 m2	285,720 kg	0.60 m	0.65 m
Centrada	46.27 m2	555,240 kg	0.80 m	0.80 m

Nota: Elaboración Propia

Figura 32

Predimensionamiento de Columnas



Nota: Tomado de *Análisis y diseño de edificaciones de Albañilería*, Por T.F. Abanto, (2012).

El **predimensionamiento de las placas de concreto** se calcula:

Para la dirección X:

$$Lx = \frac{V_{basal,x}}{\phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * (0.8)}$$

Para la dirección Y:

$$Ly = \frac{V_{basal,y}}{\phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * (0.8)}$$

Tabla 9

Predimensionamiento de Placas.

Placa	B espesor	L longitud
Dirección X	0.35 m	9.93 m (min)
Dirección Y	0.35 m	10.35 m (min)

Nota: Elaboración Propia

Seguidamente se desarrolló el **metrado de cargas de la estructura** de acuerdo a las NTP E.020. que recomienda los valores mininos que se debe tomar para el diseño de la edificación y de acuerdo al uso que se va a dar.

Tabla 10

Cargas de la edificación

Descripción	Peso Tn/m2
Carga Muerta (CD)	
Tabiquería	0.15
Acabados	0.10
Carga Viva (CL)	
12° piso - techo	0.10
11° al 3° piso	0.40

Nota: Elaboración Propia

Tabla 11*Metrado de carga muerta y carga viva del piso 12.*

PISO 12: METRADO DE CARGA MUERTA (WD)								
Descripción	N. veces	Área (m2) m2		Longitud	Altura	Carga	Carga	Peso
	Und	b (m)	h (m)	L (m)	H (m)	Ton/m3	Ton/m2	Ton
LOSA ALIGERADA	1.00	357.46		-	-	-	0.30	107.24
LOSA MACIZA	1.00	59.92		-	0.20	2.40	-	28.76
COLUMNAS 0.60x0.65	2.00	0.60	0.65	-	3.00	2.40	-	5.62
COLUMNAS 0.80x0.80	5.00	0.80	0.80	-	3.00	2.40	-	23.04
VIGAS PRINCIPALES 0.35x0.70	1.00	0.35	0.70	86.22	-	2.40	-	50.70
VIGAS SECUNDARIAS 0.35x0.50	1.00	0.35	0.50	75.42	-	2.40	-	31.68
VIGAS CHATAS 0.20x0.20	1.00	0.20	0.20	16.97	-	2.40	-	1.63
VIGAS BORDE 0.25x0.30	1.00	0.25	0.30	12.59	-	2.40	-	2.27
MUROS (PLACAS E=0.35)	1.00	0.35	-	24.50	3.00	2.40	-	61.74
MUROS (PLACAS E=0.20)	1.00	0.20	-	15.51	3.00	2.40	-	22.33
TABIQUERIA	1.00	496.66		-	-	-	0.15	74.50
ACABADOS	1.00	496.66		-	-	-	0.10	49.67
459.16								
PISO 12: METRADO DE CARGA VIVA (WL)								
TECHO	1	496.66		-	-	-	0.1	49.67
P (WD + WL) = 508.83								

Nota: Elaboración Propia

Tabla 12*Metrado de carga muerta y carga viva de pisos 11 al 3.*

PISO 11 AL 3: METRADO DE CARGA MUERTA (WD)								
Descripción	N. veces	Área (m2) m2		Longitud	Altura	Carga	Carga	Peso
	Und	b (m)	h (m)	L (m)	H (m)	Ton/m3	Ton/m2	Ton
LOSA ALIGERADA	1.00	357.46		-	-	-	0.30	107.24
LOSA MACIZA	1.00	59.92		-	0.20	2.40	-	28.76
COLUMNAS 0.60x0.65	2.00	0.60	0.65	-	3.00	2.40	-	5.62
COLUMNAS 0.80x0.80	5.00	0.80	0.80	-	3.00	2.40	-	23.04
VIGAS PRINCIPALES 0.35x0.70	1.00	0.35	0.70	86.22	-	2.40	-	50.70
VIGAS SECUNDARIAS 0.35x0.50	1.00	0.35	0.50	75.42	-	2.40	-	31.68
VIGAS CHATAS 0.20x0.20	1.00	0.20	0.20	16.97	-	2.40	-	1.63
VIGAS BORDE 0.25x0.30	1.00	0.25	0.30	12.59	-	2.40	-	2.27
MUROS (PLACAS E=0.35)	1.00	0.35	-	24.50	3.00	2.40	-	61.74
MUROS (PLACAS E=0.20)	1.00	0.20	-	15.51	3.00	2.40	-	22.33
TABIQUERIA	1.00	496.66		-	-	-	0.15	74.50
ACABADOS	1.00	496.66		-	-	-	0.10	49.67
								459.16
PISO 11AL3: METRADO DE CARGA VIVA (WL)								
TECHO	1	496.66		-	-	-	0.40	198.67
P (WD + WL) = 657.83								

Nota: Elaboración Propia

Tabla 13*Metrado de carga muerta y carga viva del piso 2.*

PISO 2: METRADO DE CARGA MUERTA (WD)								
Descripción	N. veces	Área (m2) m2		Longitud	Altura	Carga	Carga	Peso
	Und	b (m)	h (m)	L (m)	H (m)	Ton/m3	Ton/m2	Ton
LOSA ALIGERADA	1.00	329.79		-	-	-	0.30	98.94
LOSA MACIZA	1.00	59.92		-	0.20	2.40	-	28.76
COLUMNAS 0.60x0.65	2.00	0.60	0.65	-	3.00	2.40	-	5.62
COLUMNAS 0.80x0.80	5.00	0.80	0.80	-	3.00	2.40	-	23.04
VIGAS PRINCIPALES 0.35x0.70	1.00	0.35	0.70	78.87	-	2.40	-	46.38
VIGAS SECUNDARIAS 0.35x0.50	1.00	0.35	0.50	75.42	-	2.40	-	31.68
VIGAS CHATAS 0.20x0.20	1.00	0.20	0.20	16.97	-	2.40	-	1.63
MUROS (PLACAS E=0.35)	1.00	0.35	-	24.50	3.00	2.40	-	61.74
MUROS (PLACAS E=0.20)	1.00	0.20	-	15.51	3.00	2.40	-	22.33
TABIQUERIA	1.00	463.22		-	-	-	0.15	69.48
ACABADOS	1.00	463.22		-	-	-	0.10	46.32
								435.92
PISO 2: METRADO DE CARGA VIVA (WL)								
TECHO	1	463.22		-	-	-	0.40	185.29
P (WD + WL) = 621.20								

Nota: Elaboración Propia**Tabla 14***Metrado de carga muerta y carga viva del piso 1.*

PISO 1: METRADO DE CARGA MUERTA (WD)								
Descripción	N. veces	Área (m2) m2		Longitud	Altura	Carga	Carga	Peso
	Und	b (m)	h (m)	L (m)	H (m)	Ton/m3	Ton/m2	Ton
LOSA ALIGERADA	1.00	329.79		-	-	-	0.30	98.94
LOSA MACIZA	1.00	59.92		-	0.20	2.40	-	28.76
COLUMNAS 0.60x0.65	2.00	0.60	0.65	-	5.00	2.40	-	9.36
COLUMNAS 0.80x0.80	5.00	0.80	0.80	-	5.00	2.40	-	38.40
VIGAS PRINCIPALES 0.35x0.70	1.00	0.35	0.70	78.87	-	2.40	-	46.38
VIGAS SECUNDARIAS 0.35x0.50	1.00	0.35	0.50	75.42	-	2.40	-	31.68
VIGAS CHATAS 0.20x0.20	1.00	0.20	0.20	16.97	-	2.40	-	1.63
MUROS (PLACAS E=0.35)	1.00	0.35	-	24.50	5.00	2.40	-	102.90
MUROS (PLACAS E=0.20)	1.00	0.20	-	15.51	5.00	2.40	-	37.22
TABIQUERIA	1.00	463.22		-	-	-	0.15	69.48
ACABADOS	1.00	463.22		-	-	-	0.10	46.32
								511.07
PISO 1: METRADO DE CARGA VIVA (WL)								
TECHO	1	463.22		-	-	-	0.40	185.29
P (WD + WL) = 696.36								

Nota: Elaboración Propia

Se procedió con el **análisis estático** calculando el periodo fundamental de la edificación de la siguiente forma:

$$T = \frac{h_n}{c_t}$$

En donde, la edificación tiene una altura de $h_n = 36.50$ m desde el nivel de terreno natural, con un sistema estructural de pórticos $R=8$ asumido inicialmente, por lo tanto:

$$T_{xy} = 0.811$$

Siendo nuestro $T_p = 0.60$ y $T_I = 2.00$ de acuerdo a las características del suelo S_2 , y al ser T_{xy} mayor a 0.5 segundos. el coeficiente asumido "C" resulta ser:

$$C = 2.5\left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$C = 1.489$$

Por lo que, los parámetros para dar inicio con el análisis estático son:

Tabla 15

Parámetros Sísmicos.

Factores	Símbolos	Valor Eje X	Valor Eje Y	Justificación
Zona	$Z = 3$	0.35	0.35	Zona sísmica 3; Dep. Puno
Suelo	S	1.15	1.15	S_2 : según EMS
Uso	U	1	1	C:Edificaciones Comunes
Factor de amplificación Sísmica	C	1.85	1.85	
Coeficiente Básico de reducción	R_0	8	8	Pórticos
Factores de Irregularidad	I_a I_p	1 1	1 1	Regular- Altura Regular - Planta
Coeficiente de la Fuerza Sísmica	R	8	8	La estructura es regular

Nota: Elaboración propia

Teniendo los parámetros sísmicos se realizó la **Modelación geométrica de la estructura** de la edificación de 12 pisos, con el Software Etabs 18.0.2. Tomando como premisa los planos de arquitectura y los planos de estructuración con los datos de pre-diseño de la edificación empezando por:

La definición de grillas y la geometría, estas parten dando inicio a la selección de las unidades de programa, luego se procede a determinar la configuración geometría y colocación de grillas.

Figura 33

Datos de la Malla en los Ejes X y Y.

Grid System Data

Grid System Name:

System Origin:
 Global X: m
 Global Y: m
 Rotation: deg

Story Range Option:
☒ Default - All Stories
☐ User Specified
 Top Story:
 Bottom Story:
 Base:

Click to Modify/Show:

Options:
 Bubble Size: m
 Grid Color:

Rectangular Grids:
☒ Display Grid Data as Ordinates
☐ Display Grid Data as Spacing

Quick Start New Rectangular Grids...

X Grid Data

Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	6.75	Yes	End
C	13.29	Yes	End
D	19.99	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	Start
2	2.5	Yes	Start
3	7.2	Yes	Start
4	14.09	Yes	Start
5	20.94	Yes	Start
6	27.15	Yes	Start

General Grids

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 34

Configuración de la Altura de Pisos de la Edificación.

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Story12	3	38	Yes	None	No	0	
Story11	3	35	No	Story12	No	0	
Story10	3	32	No	Story12	No	0	
Story9	3	29	No	Story12	No	0	
Story8	3	26	No	Story12	No	0	
Story7	3	23	No	Story12	No	0	
Story6	3	20	No	Story12	No	0	
Story5	3	17	No	Story12	No	0	
Story4	3	14	No	Story12	No	0	
Story3	3	11	No	Story12	No	0	
Story2	3	8	No	Story12	No	0	
Story1	5	5	No	Story12	No	0	
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View OK Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La definición de propiedades de los materiales.

Figura 35

Definición del Concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: tonf/m²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

OK Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

Figura 36

Definición del Acero de Refuerzo.

The dialog box is titled "Material Property Data". It contains several sections: "General Data" with fields for Material Name (ASTM ACERO G60), Material Type (Rebar), Directional Symmetry Type (Uniaxial), Material Display Color (blue), and Material Notes; "Material Weight and Mass" with radio buttons for "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density", and input fields for Weight per Unit Volume (7.85 tonf/m³) and Mass per Unit Volume (0.800477 tonf-s²/m⁴); "Mechanical Property Data" with input fields for Modulus of Elasticity, E (20000000 tonf/m²) and Coefficient of Thermal Expansion, A (0.000117 1/C); "Design Property Data" with a button "Modify/Show Material Property Design Data..."; and "Advanced Material Property Data" with buttons for "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties...". At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

La definición de sección de las columnas y vigas.

Figura 37

Sección de Columna Cuadrada de 0.80x0.80 m.

The dialog box is titled "Frame Section Property Data". It contains several sections: "General Data" with fields for Property Name (C80x80), Material (f'c= 210 kg/cm²), Notional Size Data (button "Modify/Show Notional Size..."), Display Color (green), and Notes (button "Modify/Show Notes..."); "Shape" with a dropdown for Section Shape (Concrete Rectangular); "Section Property Source" with a dropdown for Source (User Defined); "Section Dimensions" with input fields for Depth (0.8 m) and Width (0.8 m); a "Show Section Properties..." button; and a checkbox "Include Automatic Rigid Zone Area Over Column". On the right, there is a diagram of a square section with reinforcement bars and axes labeled 2 and 3. Below the diagram are sections for "Property Modifiers" (button "Modify/Show Modifiers...") and "Reinforcement" (button "Modify/Show Rebar..."). At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 38

Sección de Viga de 0.35x0.70 m.

ET Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VPS5x70

Material: f'c= 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.7 m

Width: 0.35 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La definición de las secciones de la losa aligerada.

Figura 39

Losa Aligerada de 30cm de Espesor.

ET Slab Property Data

General Data

Property Name: LOSA ALIGERADA

Slab Material: f'c= 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

☒ Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Slab

Thickness: 0.001 m

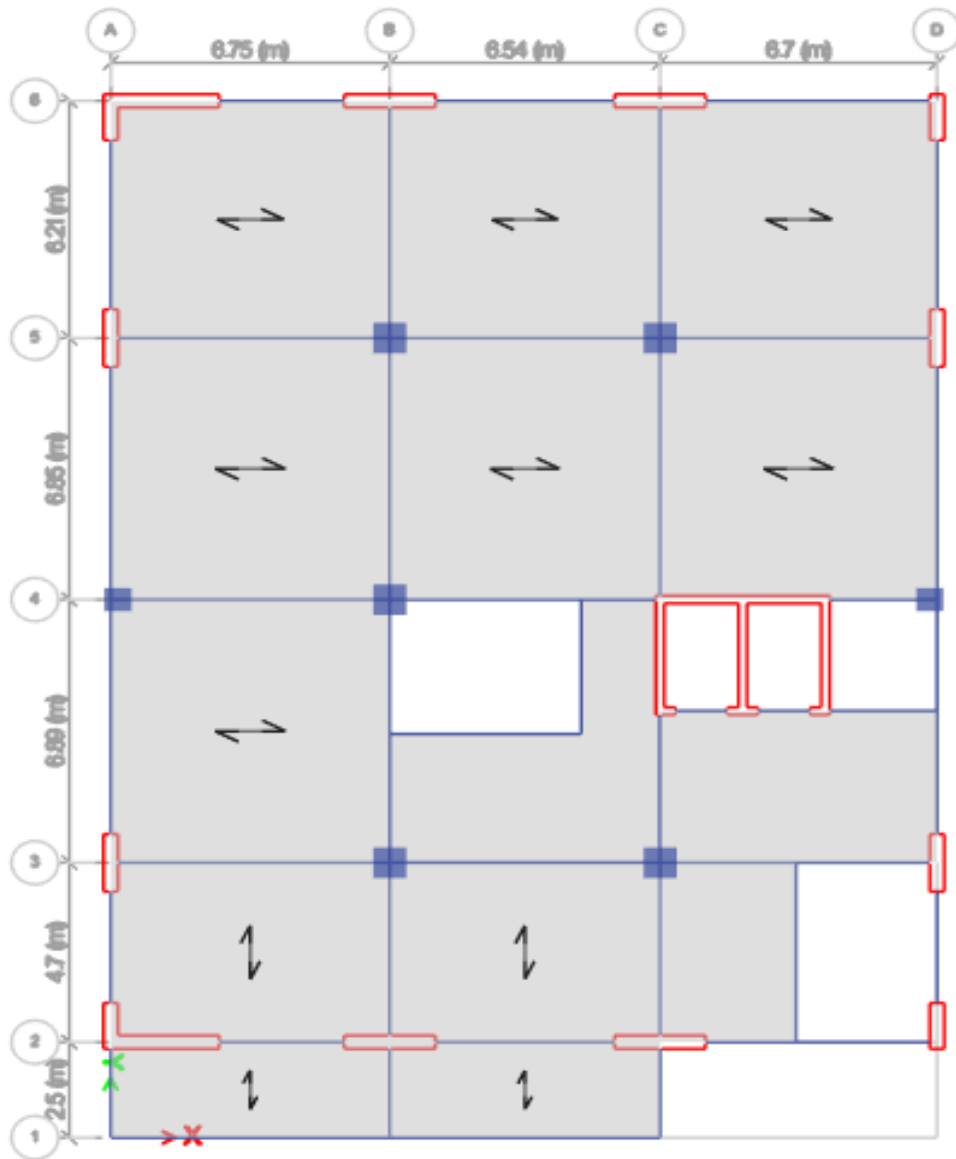
OK Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La definición de los elementos estructurales se realiza con el dibujo y la colocación de las columnas, vigas, losas y placas, mostrándose la vista en planta la configuración y una vista isométrica:

Figura 40

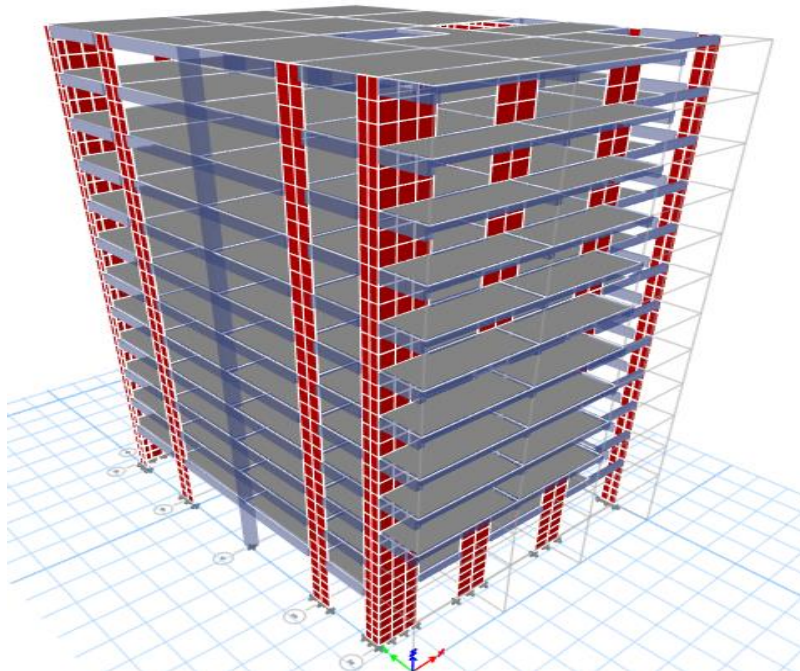
Vista en Planta de Elementos Estructurales.



Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 41

Vista isométrica de la Estructura.

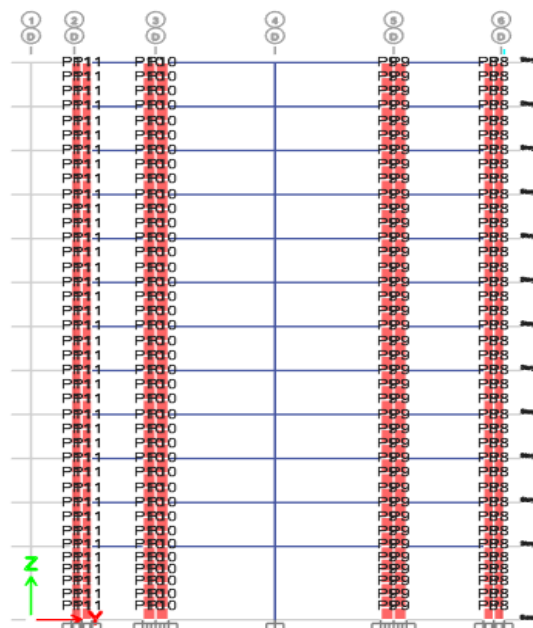


Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La asignación de los pier labels.

Figura 42

Asignación y discretización de Pier Labels en las placas.

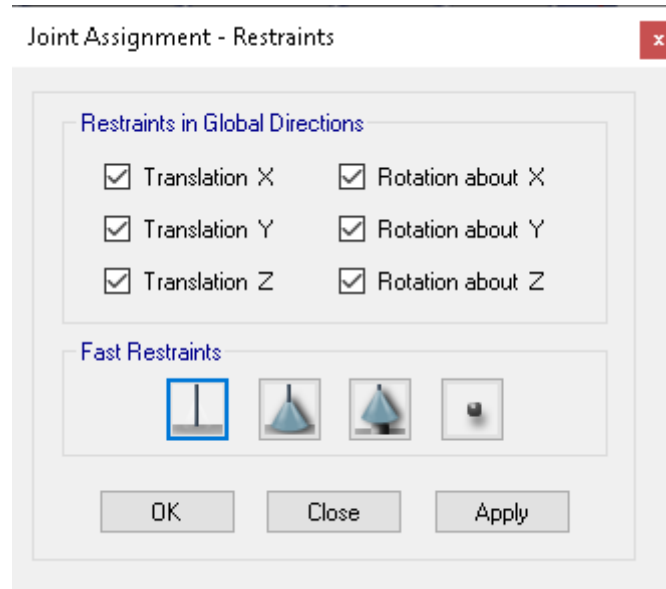


Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La aplicación de condiciones de apoyo a la estructura.

Figura 43

Condición de Apoyo en la Base.

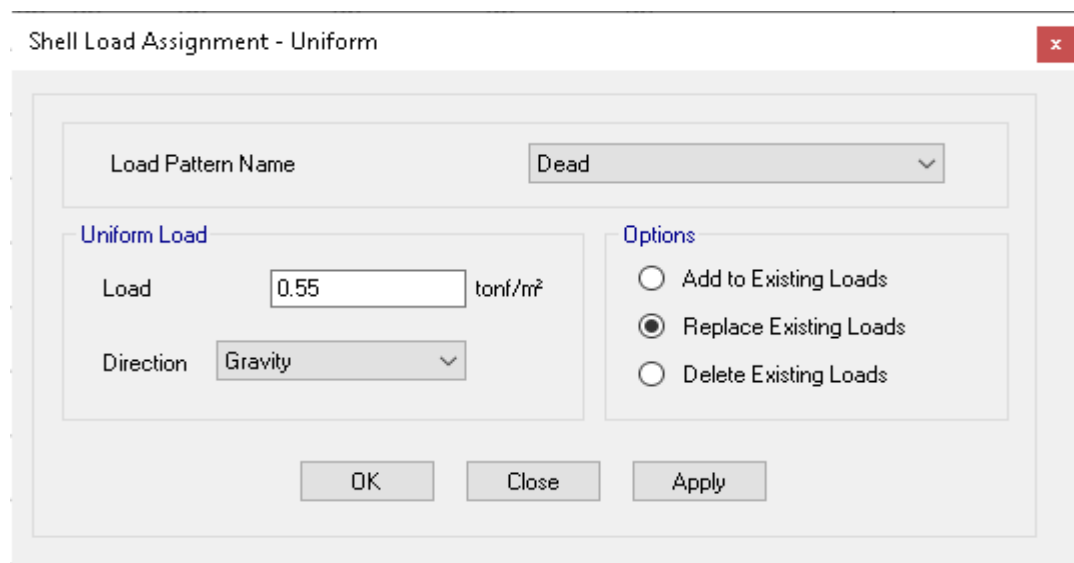


Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La asignación de la carga muerta y carga viva.

Figura 44

Asignación de las cargas.

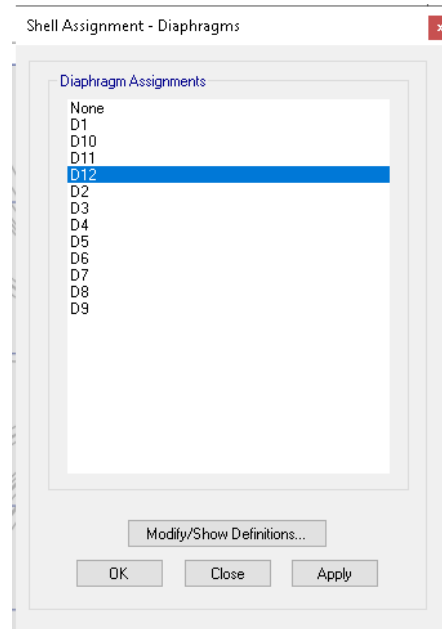


Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La asignación del diafragma rígido.

Figura 45

Asignación del diafragma rígido.

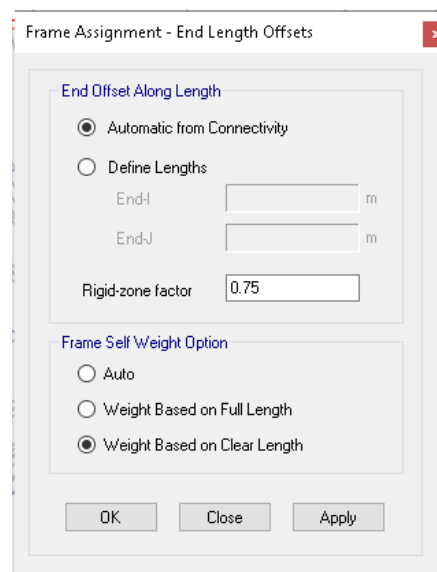


Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La asignación del brazo rígido al 0.75%.

Figura 46

Asignación del brazo rígido.



Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La definición de la masa.

Figura 47

Definición de la Masa de la Estructura.

Mass Source Data

Mass Source Name: MsSrc1

Mass Source

- ☐ Element Self Mass
- ☐ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Dead	1
Live	0.25

Buttons: Add, Modify, Delete

Mass Options

- ☒ Include Lateral Mass
- ☐ Include Vertical Mass
- ☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La definición de los patrones de carga sísmica.

Figura 48

Definición del patrón de carga sísmica en X.

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

- ☐ X Dir
- ☐ Y Dir
- ☒ X Dir + Eccentricity
- ☐ Y Dir + Eccentricity
- ☒ X Dir - Eccentricity
- ☐ Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05

Overwrite Eccentricities: Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C: 0.09304

Building Height Exp., K: 1.15556

Story Range

Top Story: Story12

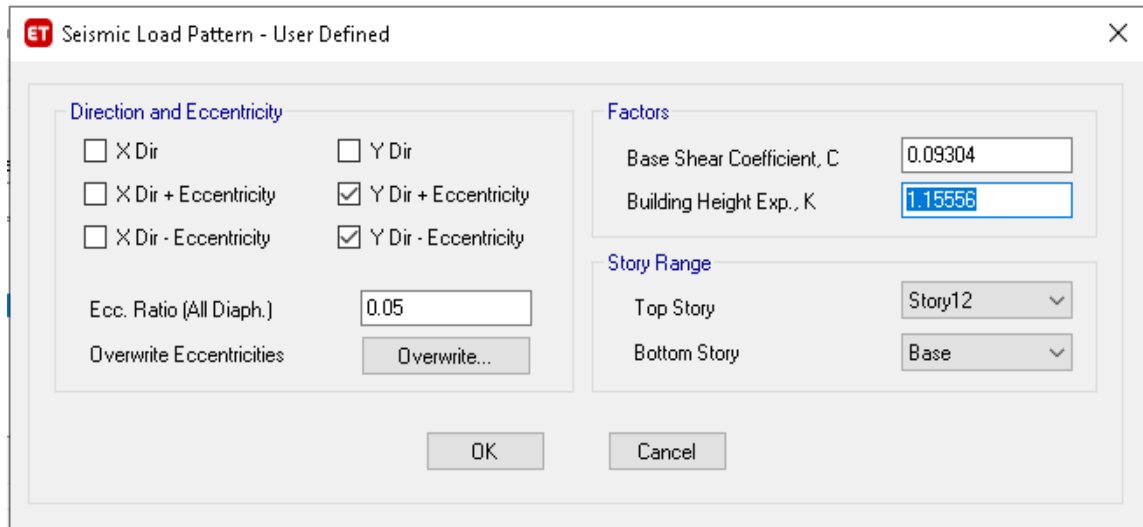
Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 49

La Definición del patrón de carga sísmica en Y.

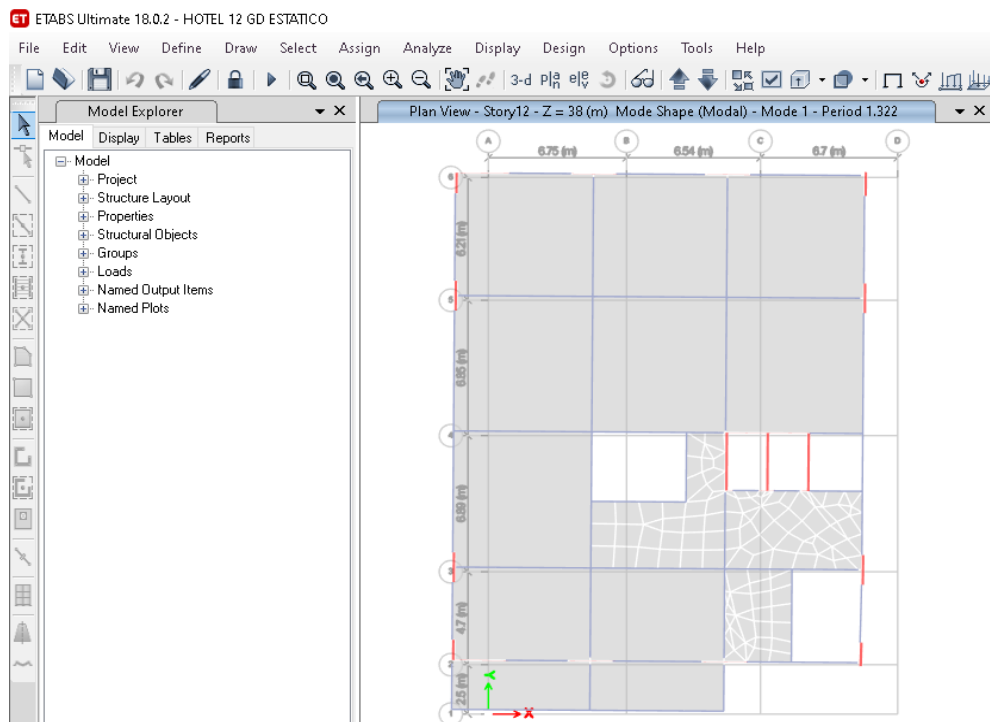


Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

Se realizó la corrección de los periodos fundamentales asumidos por los reales según las siguientes figuras.

Figura 50

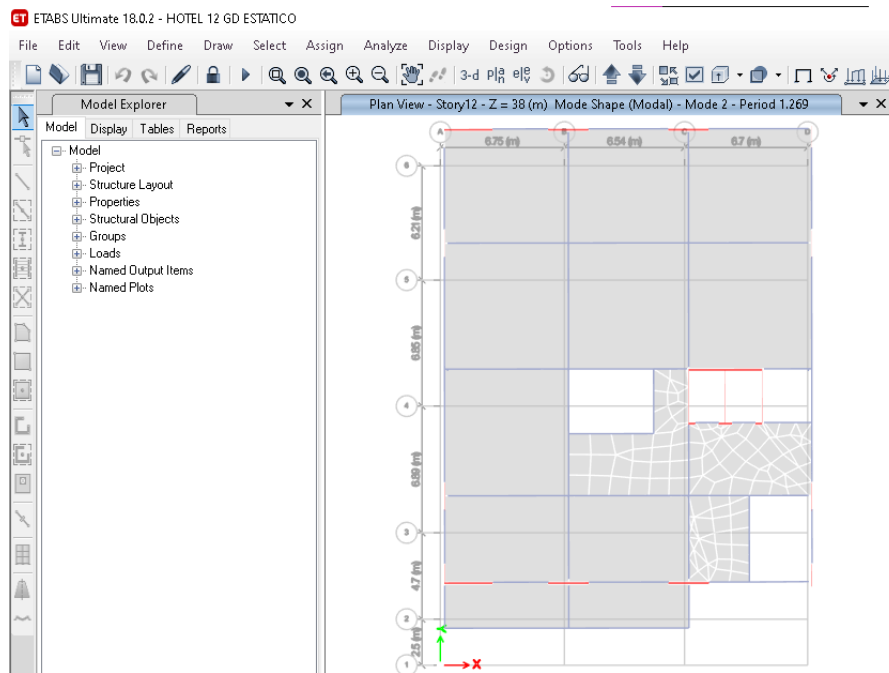
Modo de vibración 1, traslación en dirección de X.



Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

Figura 51

Modo de vibración 2, traslación en dirección de Y.



Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

Por lo tanto:

$$T_x = 1.322 \text{ seg} \quad T_y = 1.269 \text{ seg}$$

Siendo nuestro $T_p = 0.60$ y $T_I = 2.00$ de acuerdo a las características del suelo S_2 , considerando los mismos parámetros de la tabla N° 13, y al ser T_x y T_y mayores a 0.5 segundos. los coeficientes “C” y “k” resultan ser:

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$C_x = 1.135 \text{ seg} \quad C_y = 1.182 \text{ seg}$$

$$k = 0.75 + 0.5(T) \leq 2$$

$$k_x = 1.411 \quad k_y = 1.385$$

Se realizó la corrección de los patrones de carga sísmica, por periodos.

Figura 52

Corrección del patrón de carga sísmica en X.

The dialog box is titled "Seismic Load Pattern - User Defined". It contains two main sections: "Direction and Eccentricity" and "Factors".

Direction and Eccentricity:

- ☐ X Dir
- ☒ X Dir + Eccentricity
- ☒ X Dir - Eccentricity
- ☐ Y Dir
- ☐ Y Dir + Eccentricity
- ☐ Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05
- Overwrite Eccentricities: Overwrite...

Factors:

- Base Shear Coefficient, C: 0.057087
- Building Height Exp., K: 1.411

Story Range:

- Top Story: Story12
- Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 53

Corrección del patrón de carga sísmica en Y.

The dialog box is titled "Seismic Load Pattern - User Defined". It contains two main sections: "Direction and Eccentricity" and "Factors".

Direction and Eccentricity:

- ☐ X Dir
- ☐ X Dir + Eccentricity
- ☐ X Dir - Eccentricity
- ☐ Y Dir
- ☒ Y Dir + Eccentricity
- ☒ Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05
- Overwrite Eccentricities: Overwrite...

Factors:

- Base Shear Coefficient, C: 0.059471
- Building Height Exp., K: 1.3845

Story Range:

- Top Story: Story12
- Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

Los resultados obtenidos del **Análisis Estático o de Fuerzas Equivalentes** son:

Una vez obtenido el modelo del análisis estático de la edificación se realiza la revisión de las irregularidades de altura y de planta.

Tabla 16*Revisión de Irregularidad en Altura según Norma E.030.*

Irregularidad Estructural en Altura			
Descripción	Ia	Si	No
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	1.00		X
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	1.00		X
Irregularidad Extrema de Rigidez	1.00		X
Irregularidad Extrema de Resistencia	1.00		X
Irregularidad de Masa o Peso	1.00		X
Irregularidad Geométrica Vertical	1.00		X
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	1.00		
Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes	1.00		X

Nota: Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla anterior no existe irregularidad en altura, por lo tanto, se descarta dicha irregularidad.

Tabla 17*Revisión de Irregularidad en Planta según Norma E.030*

Irregularidad Estructural en Planta			
Descripción	Ip	Si	No
Irregularidad Torsional	1.00		X
Irregularidad Torsional Extrema	1.00		X
Esquinas Entrantes	1.00		X
Discontinuidad del Diafragma	1.00		X
Sistemas No Paralelos	1.00		X

Nota: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla anterior no existe irregularidad en planta, por lo tanto, se descarta dicha irregularidad.

Así mismo el **sistema estructural** de acuerdo a la fuerza cortante que absorben en los ejes X y Y es mayor o igual del 70.00% del cortante en la base del edificio, por lo que pertenece al sistema de muros estructurales.

Tabla 18

Revisión del sistema estructural en los ejes X-X y Y-Y

Sistema Estructural			
Vpier Y	293.3985	Vpier X	256.0495
Vbasal Y	329.0987	Vbasal X	329.0987
	89.15%		77.80%

Nota: Elaboración propia

Eje X-X %**V Placa** = 77.80% \geq 70%

Eje Y-Y % **V Placa** = 89.15% \geq 70%

Se comprueba que para la dirección “X-X” y “Y-Y” el valor asumido del sistema estructural pórticos (R=8) no era el correcto, por lo que se realizó cambio al sistema estructural de muros estructurales (R=6).

Por lo tanto, los parámetros sísmicos quedarían de la siguiente manera:

$$Z = 0.35, U = 1.00, S = 1.15 \text{ y } R = 6$$

Finalmente:

$$T_x = 1.322 \text{ seg} \quad T_y = 1.269 \text{ seg}$$

$$T_p = 0.60 \text{ y} \quad T_l = 2.00$$

$$C_x = 1.135 \text{ seg} \quad C_y = 1.182 \text{ seg}$$

$$k_x = 1.411 \quad k_y = 1.385$$

$$V_x = 0.076116xP \quad V_y = 0.079295xP$$

$$C_x/R \geq 0.11 \quad 0.189 \geq 0.11 \quad C_y/R \geq 0.11 \quad 0.197 \geq 0.11$$

Se realizó la corrección de los patrones de carga sísmica, coeficiente de reducción sísmica.

Figura 54

Corrección del patrón de carga sísmica en X.

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. The 'Direction and Eccentricity' section has the following settings:
☐ X Dir, ☐ Y Dir, ☒ X Dir + Eccentricity, ☐ Y Dir + Eccentricity, ☒ X Dir - Eccentricity, ☐ Y Dir - Eccentricity.
 Ecc. Ratio (All Diaph.) is set to 0.05.
 The 'Factors' section has 'Base Shear Coefficient, C' set to 0.076116 and 'Building Height Exp., K' set to 1.411.
 The 'Story Range' section has 'Top Story' set to Story12 and 'Bottom Story' set to Base.
 At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 55

Corrección del patrón de carga sísmica en Y.

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. The 'Direction and Eccentricity' section has the following settings:
☐ X Dir, ☐ Y Dir, ☐ X Dir + Eccentricity, ☒ Y Dir + Eccentricity, ☐ X Dir - Eccentricity, ☒ Y Dir - Eccentricity.
 Ecc. Ratio (All Diaph.) is set to 0.05.
 The 'Factors' section has 'Base Shear Coefficient, C' set to 0.079295 and 'Building Height Exp., K' set to 1.3845.
 The 'Story Range' section has 'Top Story' set to Story12 and 'Bottom Story' set to Base.
 At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

Siendo los **desplazamientos máximos estáticos** en el eje X y Y.

Tabla 19

Desplazamientos Máximo Estáticos en el Eje X y Y.

Desplazamientos Máximos Estáticos (mts)			
Nivel	Diafragma	X	Y
12	D12	0.064616	0.058912
11	D11	0.059952	0.055524
10	D10	0.054905	0.051717
9	D9	0.049481	0.047414
8	D8	0.043695	0.042608
7	D7	0.037613	0.037351
6	D6	0.031345	0.031737
5	D5	0.025035	0.025896
4	D4	0.018867	0.019994
3	D3	0.01306	0.014238
2	D2	0.007906	0.008898
1	D1	0.003646	0.004328

Nota: Elaboración propia

Las derivas de entre pisos en el eje X y Y.

Tabla 20

Distorsiones de Entrepiso o Derivas en el Eje X y Y.

Distorsiones de entre pisos			
Nivel	Diafragma	X	Y
12	D12	0.006996	0.005082
11	D11	0.007570	0.005711
10	D10	0.008136	0.006455
9	D9	0.008679	0.007209
8	D8	0.009123	0.007886
7	D7	0.009402	0.008421
6	D6	0.009465	0.008762
5	D5	0.009252	0.008853
4	D4	0.008711	0.008634
3	D3	0.007731	0.008010
2	D2	0.006390	0.006855
1	D1	0.003281	0.003895

Nota: Elaboración propia

El **esfuerzo cortante estático máximo** en el eje X y Y.

Tabla 21

Esfuerzos cortantes máximos en el Eje X y Y.

Esfuerzos cortantes estáticas máximos (kgf)			
Nivel	Diafragma	X	Y
12	D12	58.08270	59.88250
11	D11	132.9746	137.2636
10	D10	198.9712	205.6159
9	D9	256.4091	265.2593
8	D8	305.6451	316.534
7	D7	347.0597	359.8039
6	D6	381.062	395.4612
5	D5	408.0965	423.9339
4	D4	428.6526	445.6953
3	D3	443.2798	461.2794
2	D2	452.1024	470.7588
1	D1	456.9928	476.0792

Nota: Elaboración propia.

Una vez terminado el análisis estático se procedió a desarrollar el **análisis dinámico modal espectral**, el mismo que consistió en definir un espectro de respuesta sísmica de acuerdo a la Norma E.030 para lograr el comportamiento de la estructura, el cual se analizó en la zona lineal elástica y se evaluó en la zona no lineal inelástica con un coeficiente de 0.75 de R.

La aceleración espectral se representa a continuación:

$$\frac{S_a}{g} = \frac{ZUCS}{R}$$

Se consideró los siguientes parámetros para las direcciones X y Y.

Tabla 22

Parámetros sísmicos para ambas direcciones para el análisis dinámico modal espectral.

Datos		
Z	=	0.35
U	=	1.00
S	=	1.15
Ro	=	6
R	=	6
Tp	=	0.6
TI	=	2.0

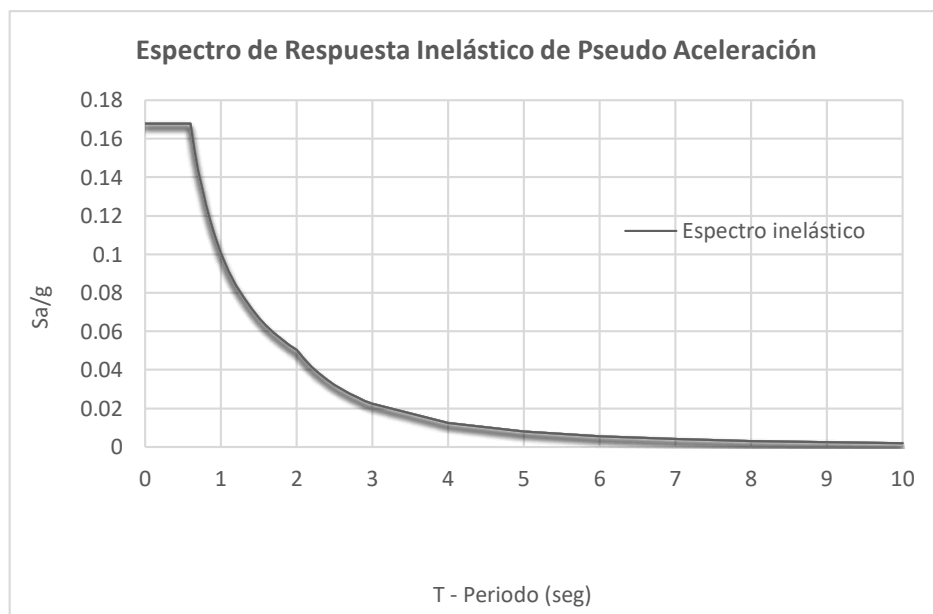
Nota: Elaboración propia.

Teniendo los parámetros sísmicos se realizó la modelación de la estructura empezando por:

El cálculo del espectro de respuesta.

Figura 56

Espectro de respuesta para el sentido X e Y.

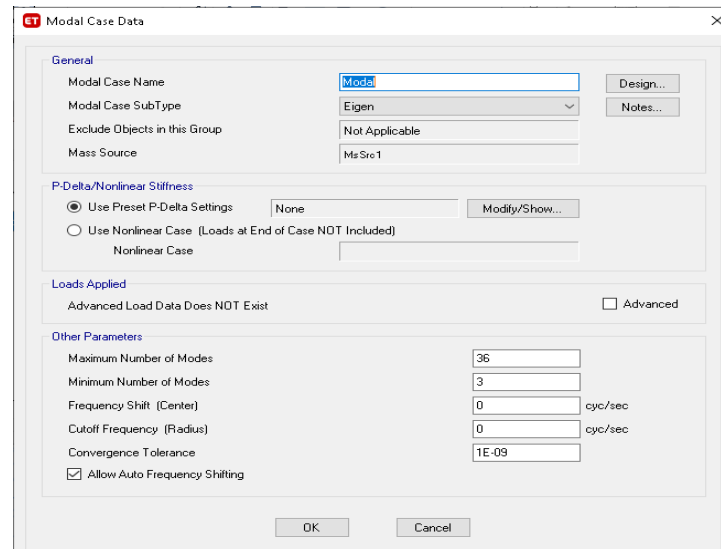


Nota: Elaboración propia

La definición de los datos del caso modal

Figura 57

Definición de datos del caso modal.



The 'Modal Case Data' dialog box is shown with the following settings:

- General**
 - Modal Case Name:
 - Modal Case SubType:
 - Exclude Objects in this Group:
 - Mass Source:
- P-Delta/Nonlinear Stiffness**
 - ☒ Use Preset P-Delta Settings:
 - ☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
 - Nonlinear Case:
- Loads Applied**
 - Advanced Load Data Does NOT Exist: ☐
 - Advanced: ☐
- Other Parameters**
 - Maximum Number of Modes:
 - Minimum Number of Modes:
 - Frequency Shift (Center): cyc/sec
 - Cutoff Frequency (Radius): cyc/sec
 - Convergence Tolerance:
 - ☒ Allow Auto Frequency Shifting

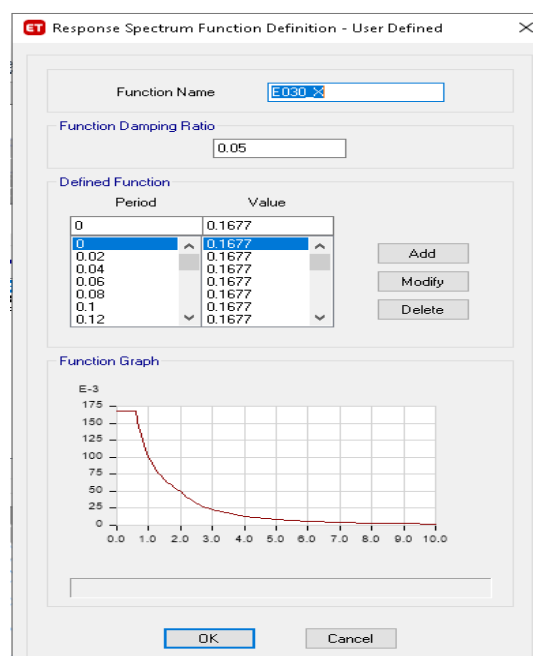
Buttons: OK, Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

La definición de la función del espectro de respuesta para X y Y.

Figura 58

Definición de la función del espectro de respuesta.



The 'Response Spectrum Function Definition - User Defined' dialog box is shown with the following settings:

- Function Name:
- Function Damping Ratio:
- Defined Function**

Period	Value
0	0.1677
0.02	0.1677
0.04	0.1677
0.06	0.1677
0.08	0.1677
0.1	0.1677
0.12	0.1677

Buttons: Add, Modify, Delete
- Function Graph**

A graph showing the function curve. The Y-axis is labeled 'E-3' and ranges from 0 to 175. The X-axis ranges from 0.0 to 10.0. The curve starts at (0, 175) and decreases rapidly, leveling off around 25.

Buttons: OK, Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2).

La definición de los datos del análisis.

Figura 59

Definición de los datos del análisis para X y Y.

Load Case Data

General

Load Case Name: S-DIN-X
Load Case Type: Response Spectrum
Exclude Objects in this Group: Not Applicable
Mass Source: Previous (Ms Src1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030_X	9.81
Acceleration	U3	E030_X	6.5433

Other Parameters

Modal Load Case: Modal
Modal Combination Method: CQC
☐ Include Rigid Response
Rigid Frequency, f1:
Rigid Frequency, f2:
Periodic + Rigid Type:
Earthquake Duration, td:
Directional Combination Type: SRSS
Absolute Directional Combination Scale Factor:
Modal Damping: Constant at 0.05
Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

Buttons: Design..., Notes..., Add, Delete, Advanced, OK, Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

La definición de las combinaciones de carga. para el análisis.

Figura 60

Definición de las combinaciones de carga.

Load Combinations

Combinations

- Comb1
- Comb2
- Comb3
- Comb4
- Comb5
- Comb6
- Comb7
- Comb8
- Comb9
- ENVOLVENTE

Click to:

Add New Combo...
Add Copy of Combo...
Modify/Show Combo...
Delete Combo...

Add Default Design Combos...
Convert Combos to Nonlinear Cases...

OK Cancel

Nota: Elaboración propia (Programa Etabs V.18.0.2)

Una vez obtenido el modelo del **análisis dinámico modal espectral** de la edificación se determinó que:

La relación entre las **fuerzas cortantes dinámicas en la base** no tiene que ser menores al 80% del valor calculado de las fuerzas cortantes estáticas en la base en las direcciones X y Y.

Tabla 23

Verificación de la Cortante Estático y Dinámico en el Eje X.

OUTPUT CASE	CASE TYPE	STEP TYPE	FX Tonf
S_EST_X	LinStatic		456.9928
S_DIN_X	LinRespSpec	Max	379.2158
			82.98 %
			80.00 %
		Factor de escalamiento	No existe

Nota: Elaboración Propia

Tabla 24

Verificación de la Cortante Estático y Dinámico en el Eje Y.

OUTPUT CASE	CASE TYPE	STEP TYPE	FX Tonf
S_EST_Y	LinStatic		476.0792
S_DIN_Y	LinRespSpec	Max	397.7319
			83.54 %
			80.00 %
		Factor de escalamiento	No existe

Nota: Elaboración Propia.

Se realizó la verificación de la cortante estática y dinámica para evaluar el factor de escalamiento en el eje X y Y, no siendo necesarias para ninguna dirección.

Seguidamente se procedió con el control de las derivas inelásticas, las mismas que se obtienen al multiplicar a las derivas elásticas por el factor de 0.75 de R.

Tabla 25*Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral en X.*

Piso	D.	Sismo	UX (m)	D. Relativo (m)	A. entre piso (m)	Deriva Elástica	Deriva Inelástica	Control E-030 ≤ 0.007
12	D12	S_DINX	0.0475	0.0035	3.00	0.0012	0.0052	PASA
11	D11	S_DINX	0.0440	0.0037	3.00	0.0012	0.0055	PASA
10	D10	S_DINX	0.0404	0.0039	3.00	0.0013	0.0059	PASA
9	D9	S_DINX	0.0364	0.0042	3.00	0.0014	0.0062	PASA
8	D8	S_DINX	0.0323	0.0044	3.00	0.0015	0.0066	PASA
7	D7	S_DINX	0.0279	0.0045	3.00	0.0015	0.0068	PASA
6	D6	S_DINX	0.0234	0.0046	3.00	0.0015	0.0069	PASA
5	D5	S_DINX	0.0188	0.0045	3.00	0.0015	0.0068	PASA
4	D4	S_DINX	0.0143	0.0043	3.00	0.0014	0.0065	PASA
3	D3	S_DINX	0.0100	0.0039	3.00	0.0013	0.0059	PASA
2	D2	S_DINX	0.0061	0.0032	3.00	0.0011	0.0048	PASA
1	D1	S_DINX	0.0028	0.0028	5.00	0.0006	0.0025	PASA

Nota: Elaboración Propia.**Tabla 26***Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral en Y.*

Piso	D.	Sismo	UY (m)	D. Relativo (m)	A. entre piso (m)	Deriva Elástica	Deriva Inelástica	Control E-030 ≤ 0.007
12	D12	S_DINX	0.0442	0.0024	3.00	0.0008	0.0036	PASA
11	D11	S_DINX	0.0418	0.0027	3.00	0.0009	0.0041	PASA
10	D10	S_DINX	0.0391	0.0031	3.00	0.0010	0.0047	PASA
9	D9	S_DINX	0.0360	0.0035	3.00	0.0012	0.0052	PASA
8	D8	S_DINX	0.0325	0.0038	3.00	0.0013	0.0057	PASA
7	D7	S_DINX	0.0287	0.0041	3.00	0.0014	0.0062	PASA
6	D6	S_DINX	0.0246	0.0043	3.00	0.0014	0.0065	PASA
5	D5	S_DINX	0.0202	0.0045	3.00	0.0015	0.0067	PASA
4	D4	S_DINX	0.0158	0.0044	3.00	0.0015	0.0066	PASA
3	D3	S_DINX	0.0114	0.0042	3.00	0.0014	0.0063	PASA
2	D2	S_DINX	0.0072	0.0036	3.00	0.0012	0.0055	PASA
1	D1	S_DINX	0.0035	0.0035	5.00	0.0007	0.0032	PASA

Nota: Elaboración Propia.

Los **modos de vibración**, que se consideraron fueron los que en la sumatoria de sus masas efectivas son como mínimo el 90% de total de la masa.

Tabla 27

Modos de vibración de la Estructura – 12 Pisos.

ar	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1.322	0.73850	0.00850	73.85%	0.85%
Modal	2	1.269	0.00830	0.77170	74.69%	78.02%
Modal	3	1.024	0.00170	0.00005	74.86%	78.03%
Modal	4	0.364	0.00160	0.12700	75.03%	90.73%
Modal	5	0.347	0.14960	0.00200	89.99%	90.92%
Modal	6	0.289	0.00330	0.00350	90.32%	91.28%
Modal	7	0.257	0.00010	0.00001	90.32%	91.28%
Modal	8	0.217	0.00003	0.00001	90.33%	91.28%
Modal	9	0.179	0.00420	0.02010	90.75%	93.29%
Modal	10	0.176	0.00360	0.02370	91.11%	95.65%
Modal	11	0.155	0.04300	0.00010	95.42%	95.66%
Modal	12	0.139	0.00230	0.00020	95.65%	95.68%
Modal	13	0.135	0.00050	0.00250	95.70%	95.93%
Modal	14	0.117	0.00000	0.00140	95.70%	96.07%
Modal	15	0.116	0.00000	0.00010	95.70%	96.08%
Modal	16	0.116	0.00000	0.00002	95.70%	96.08%
Modal	17	0.116	0.00000	0.00001	95.70%	96.08%
Modal	18	0.116	0.00000	0.00000	95.70%	96.08%
Modal	19	0.116	0.00000	0.00000	95.70%	96.08%
Modal	20	0.116	0.00000	0.00000	95.70%	96.08%
Modal	21	0.116	0.00000	0.00000	95.70%	96.08%
Modal	22	0.116	0.00000	0.00000	95.70%	96.08%
Modal	23	0.116	0.00000	0.00000	95.70%	96.08%
Modal	24	0.116	0.00000	0.00001	95.70%	96.08%
Modal	25	0.115	0.00001	0.00020	95.70%	96.11%
Modal	26	0.11	0.00010	0.00004	95.71%	96.11%
Modal	27	0.107	0.00002	0.01840	95.71%	97.95%
Modal	28	0.092	0.02220	0.00010	97.92%	97.96%
Modal	29	0.086	0.00010	0.00000	97.93%	97.96%
Modal	30	0.079	0.00040	0.00190	97.97%	98.15%
Modal	31	0.073	0.00001	0.00910	97.97%	99.06%
Modal	32	0.068	0.00003	0.00000	97.98%	99.06%
Modal	33	0.063	0.01050	0.00010	99.03%	99.06%
Modal	34	0.055	0.00002	0.00000	99.03%	99.06%
Modal	35	0.055	0.00003	0.00490	99.04%	99.55%
Modal	36	0.053	0.00010	0.00020	99.05%	99.57%

Nota: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos del **análisis modal espectral** son: **Los desplazamientos máximos dinámicos** en el eje X y Y.

Tabla 28

Desplazamientos Máximos Dinámicos.

Desplazamientos Máximos Dinámicos (mts)			
Nivel	Diafragma	X	Y
12	D12	0.047491	0.044216
11	D11	0.04401	0.041827
10	D10	0.040357	0.039086
9	D9	0.036446	0.035984
8	D8	0.032284	0.03251
7	D7	0.02791	0.028688
6	D6	0.023389	0.024571
5	D5	0.018811	0.020234
4	D4	0.014292	0.015783
3	D3	0.009984	0.011364
2	D2	0.006055	0.007169
1	D1	0.002822	0.003531

Nota: Elaboración Propia

Las **distorsiones de entrepiso dinámicos** en el eje X y Y.

Tabla 29

Distorsión de Entrepiso Dinámicos

Distorsiones de entre pisos			
Nivel	Diafragma	X	Y
12	D12	0.005222	0.003583
11	D11	0.005480	0.004112
10	D10	0.005867	0.004653
9	D9	0.006243	0.005211
8	D8	0.006561	0.005733
7	D7	0.006782	0.006176
6	D6	0.006867	0.006506
5	D5	0.006779	0.006677
4	D4	0.006462	0.006629
3	D3	0.005894	0.006293
2	D2	0.004850	0.005457
1	D1	0.002540	0.003178

Nota: Elaboración Propia

Los **esfuerzos cortantes máximos dinámicos** en el eje X y Y.

Tabla 30

Esfuerzo cortante dinámico máximo.

Esfuerzo cortantes dinámicos máximos (kgf)			
Nivel	Diafragma	X	Y
12	D12	60.1693	57.5344
11	D11	124.2532	122.192
10	D10	171.386	172.6727
9	D9	207.3688	213.0853
8	D8	235.9446	246.5896
7	D7	260.7634	275.6989
6	D6	284.4285	302.2068
5	D5	308.0157	327.1053
4	D4	331.263	350.3979
3	D3	352.3476	371.213
2	D2	368.3052	386.8535
1	D1	379.2157	397.7318

Nota: Elaboración Propia

La incorporación de **disipadores de fluido viscoso** al análisis sísmico para mejorar la respuesta sísmica de la edificación, se basó en la norma ASCE 7-10 (capítulo 18) para determinar el sismo de diseño severo adaptándolos a las condiciones y exigencias que está estipulada de acuerdo a las norma E.030, a su vez que se considera la metodología Házus y Vision 2000 para la determinación del desempeño de la estructura requerido, para el cálculo de las propiedades del disipador se hace uso de norma FEMA 273-274.

Por lo que se realizó el **análisis dinámico modal espectral con R=1**, con los mismos para parámetros sísmicos, solo que ahora la fuerza sísmica ya no estará reducida, es decir que el coeficiente de reducción sísmica fue igual a 1.

La aceleración espectral se representa a continuación:

$$\frac{S_a}{g} = \frac{ZUCS}{R}$$

Se consideró los siguientes parámetros para las direcciones X y Y.

Tabla 31

Parámetros sísmicos para ambas direcciones para el análisis dinámico modal espectral con $R=1$.

Datos		
Z	=	0.35
U	=	1.00
S	=	1.15
Ro	=	1
R	=	1
Tp	=	0.6
TI	=	2.0

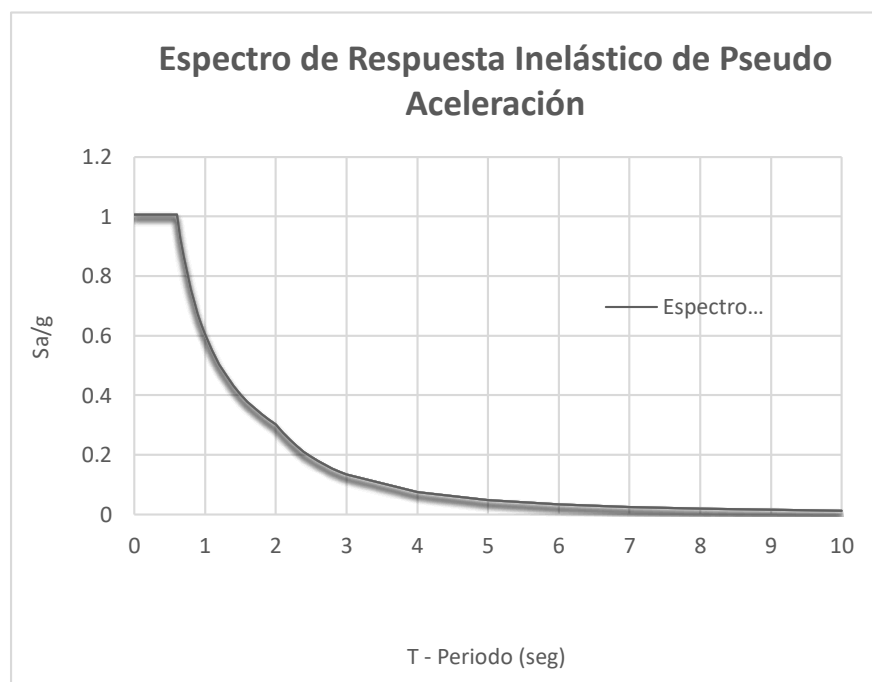
Nota: Elaboración propia.

Teniendo los parámetros sísmicos se realizó la modelación de la estructura empezando por:

El cálculo del espectro de respuesta con $R=1$.

Figura 61

Espectro de respuesta con $R=1$ para el sentido X e Y.

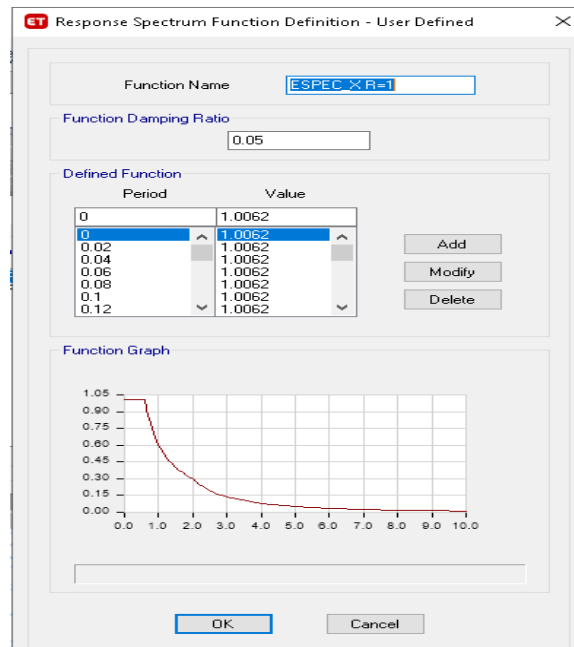


Nota: Elaboración propia.

La definición de la función del espectro de respuesta para X y Y.

Figura 62

Definición de la función del espectro de respuesta con $R=1$.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

La definición de los datos del análisis.

Figura 63

Definición de los datos del análisis para X y Y.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESPEC_X R=1	9.81
Acceleration	U3	ESPEC_X R=1	6.5433

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Una vez obtenido el modelo del **análisis dinámico modal espectral con $R=1$** de la edificación se procedió con el control de las derivas inelásticas.

Tabla 32

Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral con $R=1$ en X

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	D. Relativo (m)	Altura entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
12	D12	S_DINR1X	0.284919	0.020884	3.00	0.0069613	PASA OK
11	D11	S_DINR1X	0.264035	0.021917	4.00	0.0054793	PASA OK
10	D10	S_DINR1X	0.242118	0.023464	3.00	0.0078213	NO PASA
9	D9	S_DINR1X	0.218654	0.024971	3.00	0.0083237	NO PASA
8	D8	S_DINR1X	0.193683	0.026240	3.00	0.0087467	NO PASA
7	D7	S_DINR1X	0.167443	0.027122	3.00	0.0090407	NO PASA
6	D6	S_DINR1X	0.140321	0.027468	3.00	0.0091560	NO PASA
5	D5	S_DINR1X	0.112853	0.027110	3.00	0.0090367	NO PASA
4	D4	S_DINR1X	0.08574	0.025845	3.00	0.0086150	NO PASA
3	D3	S_DINR1X	0.059898	0.023574	3.00	0.0078580	NO PASA
2	D2	S_DINR1X	0.036324	0.019394	3.00	0.0064647	PASA OK
1	D1	S_DINR1X	0.01693	0.016930	5.00	0.0033860	PASA OK

Nota: Elaboración Propia

Tabla 33

Control de derivas obtenidas del análisis dinámico modal espectral con $R=1$ en Y

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	D. Relativo (m)	Altura entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control E-030 ≤ 0.007
12	D12	S_DINR1Y	0.265243	0.014331	3.00	0.0047770	PASA OK
11	D11	S_DINR1Y	0.250912	0.016443	4.00	0.0054810	PASA OK
10	D10	S_DINR1Y	0.234469	0.018606	3.00	0.0062020	PASA OK
9	D9	S_DINR1Y	0.215863	0.020841	3.00	0.0069470	PASA OK
8	D8	S_DINR1Y	0.195022	0.022925	3.00	0.0076417	NO PASA
7	D7	S_DINR1Y	0.172097	0.024699	3.00	0.0082330	NO PASA
6	D6	S_DINR1Y	0.147398	0.026015	3.00	0.0086717	NO PASA
5	D5	S_DINR1Y	0.121383	0.026701	3.00	0.0089003	NO PASA
4	D4	S_DINR1Y	0.094682	0.026511	3.00	0.0088370	NO PASA
3	D3	S_DINR1Y	0.068171	0.025162	3.00	0.0083873	NO PASA
2	D2	S_DINR1Y	0.043009	0.021827	3.00	0.0072757	NO PASA
1	D1	S_DINR1Y	0.021182	0.021182	5.00	0.0042364	PASA OK

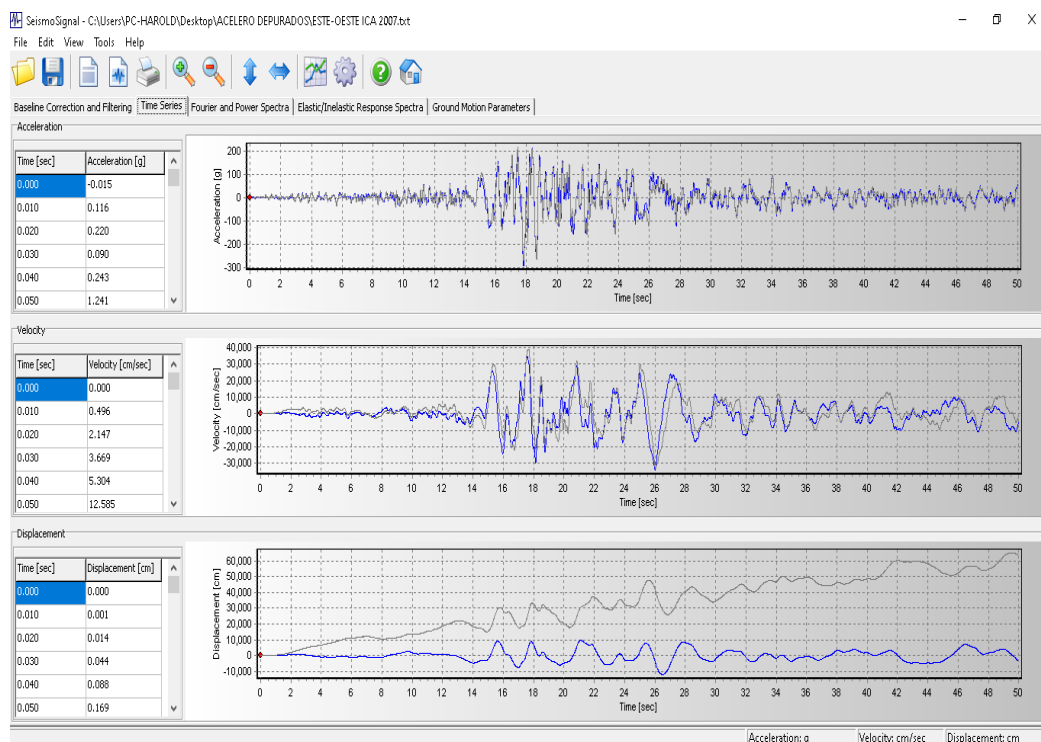
Nota: Elaboración Propia

Se puede apreciar que las derivas incrementaron su valor, y con el uso de disipadores de fluido viscoso se busca mejorar respuesta sísmica de la estructura y disminuir las distorsiones, los desplazamientos y las fuerzas cortantes.

Seguidamente se utilizó los programas SEISMO SIGNAL y SEISMO MATCH para el **filtrado y escalamiento** de mínimo tres pares de registros de aceleraciones sísmicas reales, en nuestro caso se tomó los 3 pares de registros con mayor intensidad ocurridos en el territorio peruano siendo estos los de Ica 2007, Lima 1974 y Lima 1966 según el informe de (IGP).

Figura 64

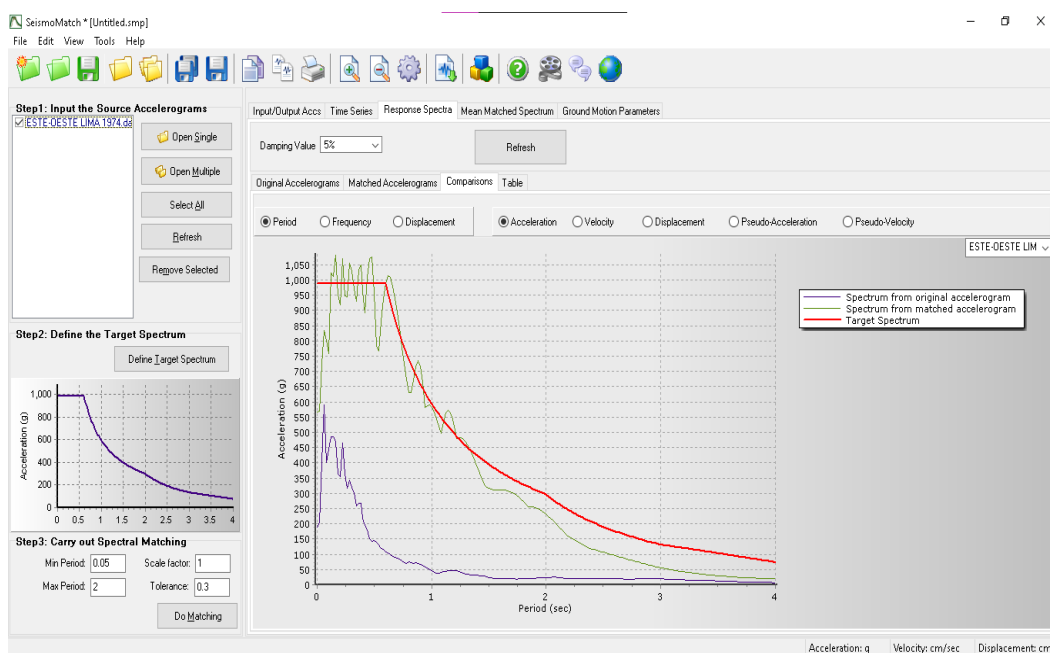
Corrección por línea base y filtrado del Acelerograma E-W, sismo Ica - 2007.



Nota: Elaboración propia (Programa Seismo Signal)

Figura 65

Comparación entre el registro sísmico R=1 sin escalar, con el registro sísmico E – W, sismo Lima 1974.

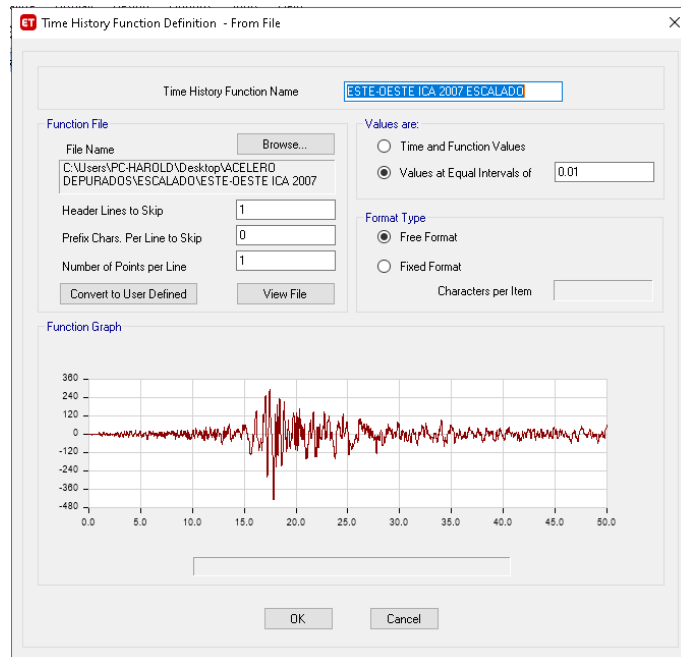


Nota: Elaboración propia (Programa Seísmo Match)

Una vez escalado el registro sísmico corregido de manera independiente para sus dos componentes, se realiza un **análisis de historia temporal lineal dinámico**, cada registro sísmico se evaluado en dos casos, siendo el Caso 1 cuando la componente N-S actúa en la dirección X y la componente E-W en la dirección Y, y el Caso 2 cuando la componente E-W actúa en la dirección X, la componente N-S en la dirección Y. Los mismos que se muestran a continuación.

Figura 66

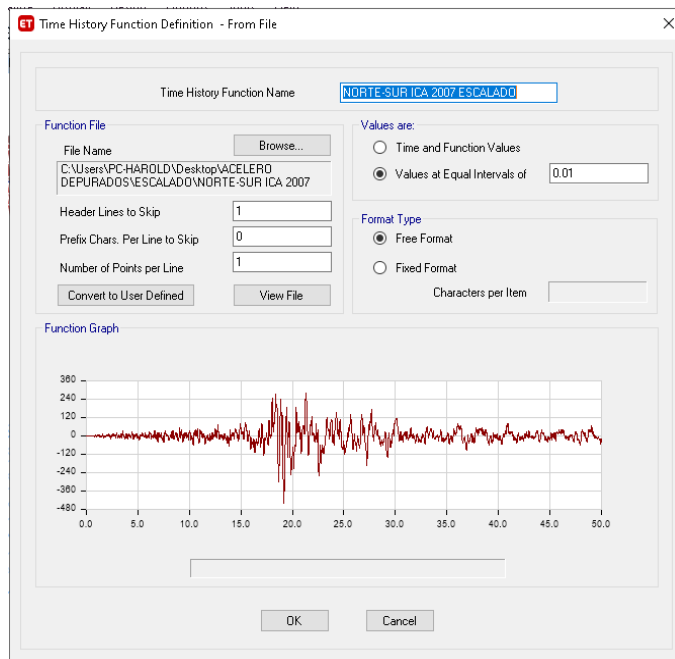
Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, E-W Ica 2007.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 67

Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, N-S Ica 2007.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 68

Definición del Caso 1 – Ica 2007 con 100% sismo N-S en X y 100% sismo E-W en Y.

Load Case Data

General

Load Case Name: CASO 1 ICA 2007

Load Case Type/Subtype: Time History Linear Modal

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSro1)

Design... Notes...

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	NORTE-SUR ICA 20...	0.01
Acceleration	U2	ESTE-OESTE ICA 2...	0.01

Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 21806

Output Time Step Size: 0.01 sec

Modal Damping: Constant at 0.05

Modify/Show... OK Cancel

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 69

Definición del Caso 2 – Ica 2007 con 100% sismo E-W en X y 100% sismo N-S en Y.

Load Case Data

General

Load Case Name: CASO 2 ICA 2007

Load Case Type/Subtype: Time History Linear Modal

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSro1)

Design... Notes...

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESTE-OESTE ICA 2...	0.01
Acceleration	U2	NORTE-SUR ICA 20...	0.01

Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 21806

Output Time Step Size: 0.01 sec

Modal Damping: Constant at 0.05

Modify/Show... OK Cancel

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Las distorsiones de entrepiso de la edificación se amplifican a causa del sismo severo de Ica 2007

Tabla 34

Control de derivadas Caso 1 - Ica 2007, en la dirección X.

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 1 Max	0.263872	0.022217	3.00	0.0074057
11	D11	CASO 1 Max	0.241655	0.023486	3.00	0.0078287
10	D10	CASO 1 Max	0.218169	0.024805	3.00	0.0082683
9	D9	CASO 1 Max	0.193364	0.025393	3.00	0.0084643
8	D8	CASO 1 Max	0.167971	0.025310	3.00	0.0084367
7	D7	CASO 1 Max	0.142661	0.024964	3.00	0.0083213
6	D6	CASO 1 Max	0.117697	0.024182	3.00	0.0080607
5	D5	CASO 1 Max	0.093515	0.023107	3.00	0.0077023
4	D4	CASO 1 Max	0.070408	0.020976	3.00	0.0069920
3	D3	CASO 1 Max	0.049432	0.019340	3.00	0.0064467
2	D2	CASO 1 Max	0.030092	0.015976	3.00	0.0053253
1	D1	CASO 1 Max	0.014116	0.014116	5.00	0.0028232

Nota: Elaboración propia.

Tabla 35

Control de derivadas Caso 1 - Ica 2007, en la dirección Y.

Piso	Diafragma	Sismo	UY m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso o (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 1 Max	0.255528	0.01369	3.00	0.0045637
11	D11	CASO 1 Max	0.241837	0.01558	3.00	0.0051933
10	D10	CASO 1 Max	0.226257	0.01761	3.00	0.0058707
9	D9	CASO 1 Max	0.208645	0.02011	3.00	0.0067047
8	D8	CASO 1 Max	0.188531	0.02264	3.00	0.0075473
7	D7	CASO 1 Max	0.165889	0.02477	3.00	0.0082567
6	D6	CASO 1 Max	0.141119	0.02620	3.00	0.0087317
5	D5	CASO 1 Max	0.114924	0.02666	3.00	0.0088877
4	D4	CASO 1 Max	0.088261	0.02594	3.00	0.0086477
3	D3	CASO 1 Max	0.062318	0.02382	3.00	0.0079390
2	D2	CASO 1 Max	0.038501	0.01987	3.00	0.0066230
1	D1	CASO 1 Max	0.018632	0.01863	5.00	0.0037264

Nota: Elaboración propia.

Tabla 36*Control de derivadas Caso 2 - Ica 2007, en la dirección X.*

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 2 Max	0.251865	0.016713	3.00	0.0055710
11	D11	CASO 2 Max	0.235152	0.017913	3.00	0.0059710
10	D10	CASO 2 Max	0.217239	0.019612	3.00	0.0065373
9	D9	CASO 2 Max	0.197627	0.021455	3.00	0.0071517
8	D8	CASO 2 Max	0.176172	0.023233	3.00	0.0077443
7	D7	CASO 2 Max	0.152939	0.024629	3.00	0.0082097
6	D6	CASO 2 Max	0.12831	0.025162	3.00	0.0083873
5	D5	CASO 2 Max	0.103148	0.024769	3.00	0.0082563
4	D4	CASO 2 Max	0.078379	0.023338	3.00	0.0077793
3	D3	CASO 2 Max	0.055041	0.021567	3.00	0.0071890
2	D2	CASO 2 Max	0.033474	0.017699	3.00	0.0058997
1	D1	CASO 2 Max	0.015775	0.015775	5.00	0.0031550

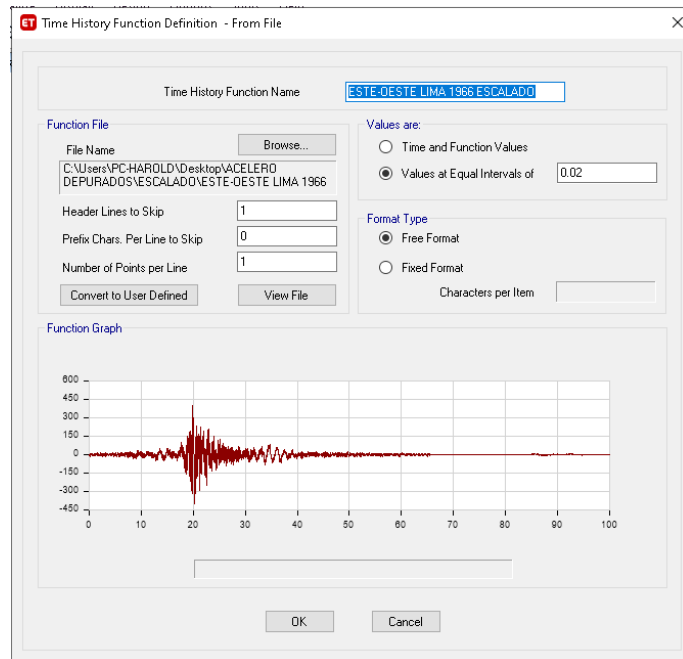
Nota: Elaboración propia.**Tabla 37***Control de derivadas Caso 2 - Ica 2007, en la dirección Y.*

Piso	Diafragma	Sismo	UY m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso o (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 2 Max	0.247551	0.014024	3.00	0.0046747
11	D11	CASO 2 Max	0.233527	0.01559	3.00	0.0051967
10	D10	CASO 2 Max	0.217937	0.017313	3.00	0.0057710
9	D9	CASO 2 Max	0.200624	0.019215	3.00	0.0064050
8	D8	CASO 2 Max	0.181409	0.021053	3.00	0.0070177
7	D7	CASO 2 Max	0.160356	0.022682	3.00	0.0075607
6	D6	CASO 2 Max	0.137674	0.024018	3.00	0.0080060
5	D5	CASO 2 Max	0.113656	0.024911	3.00	0.0083037
4	D4	CASO 2 Max	0.088745	0.024918	3.00	0.0083060
3	D3	CASO 2 Max	0.063827	0.023687	3.00	0.0078957
2	D2	CASO 2 Max	0.04014	0.020475	3.00	0.0068250
1	D1	CASO 2 Max	0.019665	0.019665	5.00	0.0039330

Nota: Elaboración propia.

Figura 70

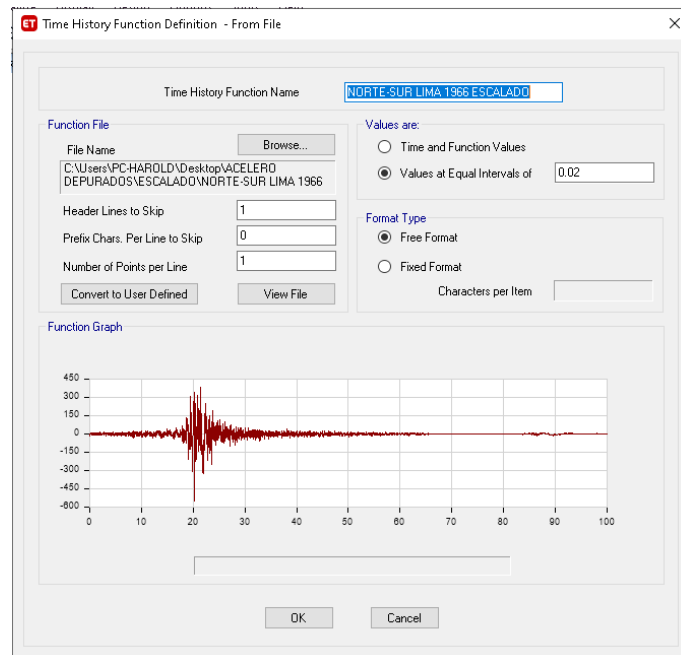
Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, E-W Lima 1966.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 71

Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, N-S Lima 1966.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 72

Definición del Caso 1 – Lima1966 con 100% sismo N-S en X y 100% sismo E-W en Y.

The screenshot shows the 'ET Load Case Data' dialog box. The 'General' tab is active. The 'Load Case Name' is 'CASO 1 LIMA 1966'. The 'Load Case Type/Subtype' is 'Time History' and 'Linear Modal'. The 'Exclude Objects in this Group' is 'Not Applicable'. The 'Mass Source' is 'Previous (Ms Src 1)'. The 'Loads Applied' table has two rows: 'Acceleration' U1 with function 'NORTE-SUR LIMA ...' and 'Acceleration' U2 with function 'ESTE-OESTE LIMA ...'. The 'Other Parameters' section shows 'Modal Load Case' as 'Modal', 'Time History Motion Type' as 'Transient', 'Number of Output Time Steps' as 9882, 'Output Time Step Size' as 0.02 sec, and 'Modal Damping' as 'Constant at 0.05'. Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	NORTE-SUR LIMA ...	0.01
Acceleration	U2	ESTE-OESTE LIMA ...	0.01

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 73

Definición del Caso 2 – Lima 1966 con 100% sismo E-W en X y 100% sismo N-S en Y.

The screenshot shows the 'ET Load Case Data' dialog box. The 'General' tab is active. The 'Load Case Name' is 'CASO 2 LIMA 1966'. The 'Load Case Type/Subtype' is 'Time History' and 'Linear Modal'. The 'Exclude Objects in this Group' is 'Not Applicable'. The 'Mass Source' is 'Previous (Ms Src 1)'. The 'Loads Applied' table has two rows: 'Acceleration' U1 with function 'ESTE-OESTE LIMA ...' and 'Acceleration' U2 with function 'NORTE-SUR LIMA ...'. The 'Other Parameters' section shows 'Modal Load Case' as 'Modal', 'Time History Motion Type' as 'Transient', 'Number of Output Time Steps' as 9882, 'Output Time Step Size' as 0.02 sec, and 'Modal Damping' as 'Constant at 0.05'. Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESTE-OESTE LIMA ...	0.01
Acceleration	U2	NORTE-SUR LIMA ...	0.01

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Las distorsiones de entrepiso de la edificación se amplifican a causa del sismo severo de Lima 1966.

Tabla 38

Control de derivadas Caso 1 – Lima 1966, en la dirección X.

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 1 Max	0.243567	0.016382	3.00	0.0054607
11	D11	CASO 1 Max	0.227185	0.017388	3.00	0.0057960
10	D10	CASO 1 Max	0.209797	0.019035	3.00	0.0063450
9	D9	CASO 1 Max	0.190762	0.020831	3.00	0.0069437
8	D8	CASO 1 Max	0.169931	0.022456	3.00	0.0074853
7	D7	CASO 1 Max	0.147475	0.023589	3.00	0.0078630
6	D6	CASO 1 Max	0.123886	0.024118	3.00	0.0080393
5	D5	CASO 1 Max	0.099768	0.024042	3.00	0.0080140
4	D4	CASO 1 Max	0.075726	0.022978	3.00	0.0076593
3	D3	CASO 1 Max	0.052748	0.020675	3.00	0.0068917
2	D2	CASO 1 Max	0.032073	0.016867	3.00	0.0056223
1	D1	CASO 1 Max	0.015206	0.015206	5.00	0.0030412

Nota: Elaboración propia.

Tabla 39

Control de derivadas Caso 1 – Lima 1966, en la dirección Y.

Piso	Diafragma	Sismo	UY m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso o (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 1 Max	0.244197	0.014603	3.00	0.0048677
11	D11	CASO 1 Max	0.229594	0.016710	3.00	0.0055700
10	D10	CASO 1 Max	0.212884	0.018067	3.00	0.0060223
9	D9	CASO 1 Max	0.194817	0.020207	3.00	0.0067357
8	D8	CASO 1 Max	0.17461	0.022165	3.00	0.0073883
7	D7	CASO 1 Max	0.152445	0.022965	3.00	0.0076550
6	D6	CASO 1 Max	0.12948	0.023323	3.00	0.0077743
5	D5	CASO 1 Max	0.106157	0.023480	3.00	0.0078267
4	D4	CASO 1 Max	0.082677	0.022738	3.00	0.0075793
3	D3	CASO 1 Max	0.059939	0.021888	3.00	0.0072960
2	D2	CASO 1 Max	0.038051	0.019235	3.00	0.0064117
1	D1	CASO 1 Max	0.018816	0.018816	5.00	0.0037632

Nota: Elaboración propia.

Tabla 40*Control de derivadas Caso 2 – Lima 1966, en la dirección X.*

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 2 Max	0.273623	0.023999	3.00	0.0079997
11	D11	CASO 2 Max	0.249624	0.025612	3.00	0.0085373
10	D10	CASO 2 Max	0.224012	0.027117	3.00	0.0090390
9	D9	CASO 2 Max	0.196895	0.02709	3.00	0.0090300
8	D8	CASO 2 Max	0.169805	0.027029	3.00	0.0090097
7	D7	CASO 2 Max	0.142776	0.02627	3.00	0.0087567
6	D6	CASO 2 Max	0.116506	0.02577	3.00	0.0085900
5	D5	CASO 2 Max	0.090736	0.023988	3.00	0.0079960
4	D4	CASO 2 Max	0.066748	0.021427	3.00	0.0071423
3	D3	CASO 2 Max	0.045321	0.018183	3.00	0.0060610
2	D2	CASO 2 Max	0.027138	0.014484	3.00	0.0048280
1	D1	CASO 2 Max	0.012654	0.012654	5.00	0.0025308

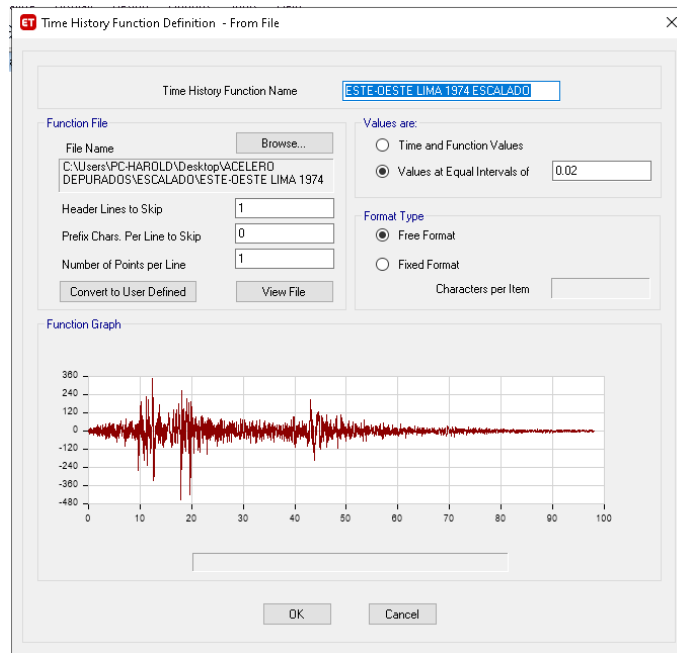
Nota: Elaboración propia.**Tabla 41***Control de derivadas Caso 2 – Lima 1966, en la dirección Y.*

Piso	Diafragma	Sismo	UY m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso o (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 2 Max	0.233149	0.013427	3.00	0.0044757
11	D11	CASO 2 Max	0.219722	0.015363	3.00	0.0051210
10	D10	CASO 2 Max	0.204359	0.017353	3.00	0.0057843
9	D9	CASO 2 Max	0.187006	0.019314	3.00	0.0064380
8	D8	CASO 2 Max	0.167692	0.021031	3.00	0.0070103
7	D7	CASO 2 Max	0.146661	0.022353	3.00	0.0074510
6	D6	CASO 2 Max	0.124308	0.023145	3.00	0.0077150
5	D5	CASO 2 Max	0.101163	0.022059	3.00	0.0073530
4	D4	CASO 2 Max	0.079104	0.021888	3.00	0.0072960
3	D3	CASO 2 Max	0.057216	0.021008	3.00	0.0070027
2	D2	CASO 2 Max	0.036208	0.018342	3.00	0.0061140
1	D1	CASO 2 Max	0.017866	0.017866	5.00	0.0035732

Nota: Elaboración propia.

Figura 74

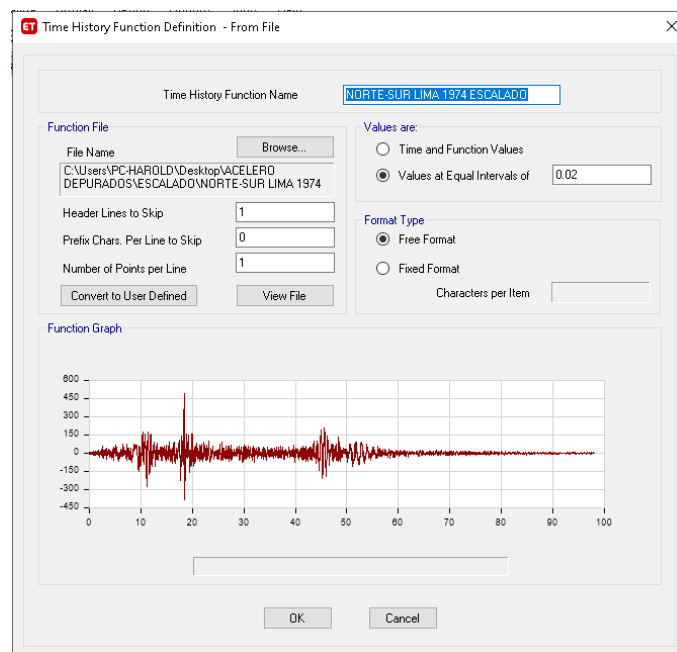
Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, E-W Lima 1974.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 75

Ingreso del acelerograma escalado y corregido al espectro objetivo, N-S Lima 1974.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 76

Definición del Caso 1 – Lima1974 con 100% sismo N-S en X y 100% sismo E-W en Y.

ET Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type/Subtype: Time History Linear Modal Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	NORTE-SUR LIMA ...	0.01
Acceleration	U2	ESTE-OESTE LIMA ...	0.01

Add Delete

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 4899

Output Time Step Size: 0.02 sec

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

OK Cancel

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 77

Definición del Caso 2 – Lima 1974 con 100% sismo E-W en X y 100% sismo N-S en Y.

ET Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type/Subtype: Time History Linear Modal Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESTE-OESTE LIMA ...	0.01
Acceleration	U2	NORTE-SUR LIMA ...	0.01

Add Delete

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 4899

Output Time Step Size: 0.02 sec

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

OK Cancel

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Las distorsiones de entrepiso de la edificación se amplifican a causa del sismo severo de Lima 1974.

Tabla 42

Control de derivadas Caso 1 – Lima 1974, en la dirección X.

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 1 Max	0.226847	0.017350	3.00	0.0057833
11	D11	CASO 1 Max	0.209497	0.017981	3.00	0.0059937
10	D10	CASO 1 Max	0.191516	0.019248	3.00	0.0064160
9	D9	CASO 1 Max	0.172268	0.020604	3.00	0.0068680
8	D8	CASO 1 Max	0.151664	0.021125	3.00	0.0070417
7	D7	CASO 1 Max	0.130539	0.021782	3.00	0.0072607
6	D6	CASO 1 Max	0.108757	0.022089	3.00	0.0073630
5	D5	CASO 1 Max	0.086668	0.021299	3.00	0.0070997
4	D4	CASO 1 Max	0.065369	0.020193	3.00	0.0067310
3	D3	CASO 1 Max	0.045176	0.017942	3.00	0.0059807
2	D2	CASO 1 Max	0.027234	0.014624	3.00	0.0048747
1	D1	CASO 1 Max	0.012610	0.012610	5.00	0.0025220

Nota: Elaboración propia.

Tabla 43

Control de derivadas Caso 1 – Lima 1974, en la dirección Y.

Piso	Diafragma	Sismo	UY m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso o (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 1 Max	0.275745	0.014622	3.00	0.0048740
11	D11	CASO 1 Max	0.261123	0.016687	3.00	0.0055623
10	D10	CASO 1 Max	0.244436	0.019080	3.00	0.0063600
9	D9	CASO 1 Max	0.225356	0.021643	3.00	0.0072143
8	D8	CASO 1 Max	0.203713	0.023840	3.00	0.0079467
7	D7	CASO 1 Max	0.179873	0.025868	3.00	0.0086227
6	D6	CASO 1 Max	0.154005	0.027467	3.00	0.0091557
5	D5	CASO 1 Max	0.126538	0.028230	3.00	0.0094100
4	D4	CASO 1 Max	0.098308	0.027905	3.00	0.0093017
3	D3	CASO 1 Max	0.070403	0.026224	3.00	0.0087413
2	D2	CASO 1 Max	0.044179	0.022572	3.00	0.0075240
1	D1	CASO 1 Max	0.021607	0.021607	5.00	0.0043214

Nota: Elaboración propia.

Tabla 44*Control de derivadas Caso 2 – Lima 1974, en la dirección X.*

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 2 Max	0.285651	0.021638	3.00	0.0072127
11	D11	CASO 2 Max	0.264013	0.023033	3.00	0.0076777
10	D10	CASO 2 Max	0.24098	0.024634	3.00	0.0082113
9	D9	CASO 2 Max	0.216346	0.026062	3.00	0.0086873
8	D8	CASO 2 Max	0.190284	0.027011	3.00	0.0090037
7	D7	CASO 2 Max	0.163273	0.027530	3.00	0.0091767
6	D6	CASO 2 Max	0.135743	0.027513	3.00	0.0091710
5	D5	CASO 2 Max	0.10823	0.026762	3.00	0.0089207
4	D4	CASO 2 Max	0.081468	0.025117	3.00	0.0083723
3	D3	CASO 2 Max	0.056351	0.022574	3.00	0.0075247
2	D2	CASO 2 Max	0.033777	0.018200	3.00	0.0060667
1	D1	CASO 2 Max	0.015577	0.015577	5.00	0.0031154

Nota: Elaboración propia.**Tabla 45***Control de derivadas Caso 2 – Lima 1974, en la dirección Y.*

Piso	Diafragma	Sismo	UY m	Des. Relativos (m)	A. entrepiso o (m)	Derivas Inelásticas
12	D12	CASO 2 Max	0.173783	0.009414	3.00	0.0031380
11	D11	CASO 2 Max	0.164369	0.010530	3.00	0.0035100
10	D10	CASO 2 Max	0.153839	0.011757	3.00	0.0039190
9	D9	CASO 2 Max	0.142082	0.013457	3.00	0.0044857
8	D8	CASO 2 Max	0.128625	0.015123	3.00	0.0050410
7	D7	CASO 2 Max	0.113502	0.016557	3.00	0.0055190
6	D6	CASO 2 Max	0.096945	0.017143	3.00	0.0057143
5	D5	CASO 2 Max	0.079802	0.017698	3.00	0.0058993
4	D4	CASO 2 Max	0.062104	0.017438	3.00	0.0058127
3	D3	CASO 2 Max	0.044666	0.016395	3.00	0.0054650
2	D2	CASO 2 Max	0.028271	0.014334	3.00	0.0047780
1	D1	CASO 2 Max	0.013937	0.013937	5.00	0.0027874

Nota: Elaboración propia.

Se muestra un resumen de las derivas en dirección X y Y de los 3 pares de registros sísmicos, los que serán mejorados con los disipadores de fluido viscoso.

Tabla 46

Control de las derivas con el análisis dinámico tiempo historia lineal en X.

ANÁLISIS DINÁMICO TIEMPO - HISTORIA EN X-X						
Piso	ICA 2007		LIMA 1966		LIMA 1974	
	CASO1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
12	0.00741	0.00557	0.00546	0.00800	0.00578	0.00721
11	0.00783	0.00597	0.00580	0.00854	0.00599	0.00768
10	0.00827	0.00654	0.00635	0.00904	0.00642	0.00821
9	0.00846	0.00715	0.00694	0.00903	0.00687	0.00869
8	0.00844	0.00774	0.00749	0.00901	0.00704	0.00900
7	0.00832	0.00821	0.00786	0.00876	0.00726	0.00918
6	0.00806	0.00839	0.00804	0.00859	0.00736	0.00917
5	0.00770	0.00826	0.00801	0.00800	0.00710	0.00892
4	0.00699	0.00778	0.00766	0.00714	0.00673	0.00837
3	0.00645	0.00719	0.00689	0.00606	0.00598	0.00752
2	0.00533	0.00590	0.00562	0.00483	0.00487	0.00607
1	0.00282	0.00316	0.00304	0.00253	0.00252	0.00312

Nota: Elaboración propia.

Tabla 47

Control de las derivas con el análisis dinámico tiempo historia lineal en Y.

ANÁLISIS DINÁMICO TIEMPO - HISTORIA EN Y-Y						
Piso	ICA 2007		LIMA 1966		LIMA 1974	
	CASO1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
12	0.00456	0.00467	0.00487	0.00448	0.00487	0.00314
11	0.00519	0.00520	0.00557	0.00512	0.00556	0.00351
10	0.00587	0.00577	0.00602	0.00578	0.00636	0.00392
9	0.00670	0.00641	0.00674	0.00644	0.00721	0.00449
8	0.00755	0.00702	0.00739	0.00701	0.00795	0.00504
7	0.00826	0.00756	0.00766	0.00745	0.00862	0.00552
6	0.00873	0.00801	0.00777	0.00772	0.00916	0.00571
5	0.00889	0.00830	0.00783	0.00735	0.00941	0.00590
4	0.00865	0.00831	0.00758	0.00730	0.00930	0.00581
3	0.00794	0.00790	0.00730	0.00700	0.00874	0.00547
2	0.00662	0.00683	0.00641	0.00611	0.00752	0.00478
1	0.00373	0.00393	0.00376	0.00357	0.00432	0.00279

Nota: Elaboración propia.

Una vez terminado el análisis tiempo historia de los 3 registros sísmicos y determinar las derivas se definió el sismo de diseño con la que se calculó las propiedades del disipador de fluido viscoso, para ello se evaluó la relación entre las derivas del análisis tiempo historia y el análisis dinámico espectral con $R=1$.

Tabla 48

Relación entre las derivas del análisis tiempo historia y el análisis dinámico espectral con $R=1$, en X.

Piso	ICA 2007		LIMA 1966		LIMA 1974	
	CASO1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
12	1.06383	0.80028	0.78443	1.14916	0.83078	1.03610
11	1.42878	1.08975	1.05781	1.55812	1.09388	1.40123
10	1.05715	0.83583	0.81124	1.15569	0.82032	1.04986
9	1.01690	0.85920	0.83421	1.08486	0.82512	1.04369
8	0.96456	0.88540	0.85579	1.03007	0.80507	1.02938
7	0.92043	0.90808	0.86974	0.96859	0.80311	1.01504
6	0.88037	0.91605	0.87804	0.93818	0.80417	1.00164
5	0.85234	0.91365	0.88683	0.88484	0.78565	0.98716
4	0.81161	0.90300	0.88907	0.82906	0.78131	0.97183
3	0.82040	0.91486	0.87703	0.77132	0.76109	0.95758
2	0.82376	0.91260	0.86970	0.74683	0.75405	0.93843
1	0.83379	0.93178	0.89817	0.74743	0.74483	0.92008

Nota: Elaboración propia.

Tabla 49

Relación entre las derivas del análisis tiempo historia y el análisis dinámico espectral con $R=1$, en Y.

Piso	ICA 2007		LIMA 1966		LIMA 1974	
	CASO1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
12	0.95534	0.97858	1.01898	0.93692	1.02031	0.65690
11	0.94752	0.94812	1.01624	0.93432	1.01484	0.64039
10	0.94658	0.93051	0.97103	0.93266	1.02548	0.63189
9	0.96512	0.92198	0.96958	0.92673	1.03848	0.64570
8	0.98766	0.91834	0.96685	0.91738	1.03991	0.65967
7	1.00287	0.91834	0.92979	0.90502	1.04733	0.67035
6	1.00692	0.92324	0.89652	0.88968	1.05581	0.65897
5	0.99858	0.93296	0.87937	0.82615	1.05726	0.66282
4	0.97857	0.93991	0.85768	0.82562	1.05258	0.65776
3	0.94655	0.94138	0.86988	0.83491	1.04221	0.65158
2	0.91029	0.93806	0.88125	0.84034	1.03413	0.65671
1	0.87961	0.92838	0.88830	0.84345	1.02006	0.65796

Nota: Elaboración propia.

Analizando los casos 1 y 2 respectivamente se elige como sismo de diseño al Caso 2 - Ica 2007 para las direcciones X y Y, por su mayor grado de similitud con el sismo objetivo R=1.

Tabla 50

Sismo de diseño elegido Caso 2 – Ica 2007 con 100% sismo E-W en X.

Piso	DERIVAS EN X CASO 2 - ICA 2007	E-030 ≤ 0.007
12	0.005571	PASA OK
11	0.005971	PASA OK
10	0.006537	PASA OK
9	0.007152	NO PASA
8	0.007744	NO PASA
7	0.008210	NO PASA
6	0.008387	NO PASA
5	0.008256	NO PASA
4	0.007779	NO PASA
3	0.007189	NO PASA
2	0.005900	PASA OK
1	0.003155	PASA OK

Nota: Elaboración propia.

Tabla 51

Sismo de diseño elegido Caso 2 – Ica 2007 con 100% sismo E-W en Y.

NIVEL	DERIVAS EN Y CASO 1 - LIMA 1974	E-030 ≤ 0.007
12	0.00578	PASA OK
11	0.00599	PASA OK
10	0.00642	PASA OK
9	0.00687	PASA OK
8	0.00704	NO PASA
7	0.00726	NO PASA
6	0.00736	NO PASA
5	0.00710	NO PASA
4	0.00673	PASA OK
3	0.00598	PASA OK
2	0.00487	PASA OK
1	0.00252	PASA OK

Nota: Elaboración propia.

Se observó en las tablas anteriores que, al someter a la edificación a un sismo severo esta no tuvo un correcto comportamiento en relación a sus derivas, muchas de ellas sobrepasando el límite que la norma nos exige, por lo que se optó en colocar disipadores de fluido viscoso los cuales añadieron ductilidad y gran capacidad de absorción de energía sísmica a la edificación.

Se procedió a elegir el **nivel de amenaza sísmica** para sismo de diseño severo según indica el Comité VISION 2000 nos ayuda para determinar el desempeño de la estructura.

Tabla 52

Parámetros de los sismos de análisis establecidos por el Comité VISION 2000.

SISMO	VIDA ÚTIL	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	PERIODO DE RETORNO
Frecuente	30 años	50%	43 años
Ocasional	50 años	50%	72 años
Raro	50 años	10%	475 años
Muy raro	100 años	10%	970 años

Nota: Tomado de Análisis sísmico por desempeño, por Aguiar (2003).

Se eligió al sismo raro de 475 años de retorno, como el sismo que afronto la edificación.

Se procedió a elegir el **nivel de comportamiento sísmico** para sismo de diseño severo según indica el Comité VISION 2000, siendo este la seguridad de vida con daños leves una vez la estructura haya soportado el sismo severo, como se indica en la tabla siguiente.

Tabla 53

Definiciones del desempeño estructural según las publicaciones NEHRP y VISION 2000.

GUIA NEHRP	VISION 2000	DESCRIPCIÓN
Operacional	Completamente Operacional	La edificación permanece en condiciones aptas para su uso normal, se esperan daños mínimos. Todos los sistemas de abastecimiento y líneas vitales deben estar en funcionamiento, de tal manera que el edificio entra en funcionamiento inmediatamente.
Inmediatamente Ocupacional	Occupational	No hay daño significativo a la estructura la misma que se mantiene muy cerca de la resistencia y rigidez que tenía antes del sismo. Los componentes estructurales son seguros y mantienen su función. El edificio puede ser utilizado luego de pequeños arreglos.
Seguridad de Vida	Seguridad de Vida	Daño significativo a los elementos estructurales con reducción sustancial en la rigidez, pero tienen un margen de seguridad antes del colapso. Elementos no estructurales seguros, pero con daño. La edificación podrá funcionar luego de ser reparada y reforzada.
Prevención de Colapso	Cerca del Colapso	Daño sustantivo estructural y no estructural. Existe una gran degradación de resistencia y rigidez de la estructura, solo queda un pequeño margen para llegar al colapso.

Nota: Tomado de Análisis sísmico por desempeño, por Aguiar (2003).

Se determinó que la relación daño después de adentrarnos al rango de la no linealidad será moderado con resguardo de vida teniendo daños reparables leves.

Tabla 54

Sismos de análisis y desempeño esperado en las edificaciones.

Sismo de Análisis	Operacional	Inmediatamente ocupacional	Seguridad de vida	Prevención de colapso
Frecuente	1			
Ocasional	2	1		
Raro	3	2	1	
Muy Raro		3	2	1

1 Edificaciones básicas, como residencias y oficinas.

2 Edificaciones esenciales como hospitales, destacamentos militares, bomberos, etc.

3 Edificaciones de seguridad crítica.

Nota: Tomado de Análisis sísmico por desempeño, por Aguiar (2003).

La **deriva objetivo** que se tomó en cuenta de acuerdo al sistema estructural de muros estructurales que presenta nuestra edificación de 12 pisos según a la metodología Házus se representa en la siguiente figura:

Tabla 55

Clasificación según tipo de estructura.

No.	Label	Descripción	Height			
			Range Name	Stories	Typical Stories	Feet
1	W1	Wood, Light Frame ($\leq 5,000$ st. ft.)		1 - 2	1	14
2	W2	Wood, Commercial and Industrial ($\geq 5,000$ st. ft.)		All	2	24
3	S1L	Steel Moment Frame	Low-Rise	1 - 3	2	24
4	S1M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
5	S1H		High-Rise	8+	13	156
6	S2L	Steel Braced Frame	Low-Rise	1 - 3	2	24
7	S2M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
8	S2H		High-Rise	8+	13	156
9	S3	Steel Light Frame		All	1	15
10	S4L	Steel Frame with Cast-in-Place Concrete Shear Walls	Low-Rise	1 - 3	2	24
11	S4M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
12	S4H		High-Rise	8+	13	156
13	S5L	Steel Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	Low-Rise	1 - 3	2	24
14	S5M		Mid-Rise	4 - 7	5	60
15	S5H		High-Rise	8+	13	156
16	C1L	Concrete Moment Frame	Low-Rise	1 - 3	2	20
17	C1M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
18	C1H		High-Rise	8+	12	120
19	C2L	Concrete Shear Walls	Low-Rise	1 - 3	2	20
20	C2M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
21	C2H		High-Rise	8+	12	120
22	C3L	Concrete Frame with Unreinforced Masonry Infill Walls	Low-Rise	1 - 3	2	20
23	C3M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
24	C3H		High-Rise	8+	12	120
25	PC1	Precast Concrete Tilt-Up Walls		All	1	15
26	PC2L	Precast Concrete Frames with Concrete Shear Walls	Low-Rise	1 - 3	2	20
27	PC2M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
28	PC2H		High-Rise	8+	12	120
29	RM1L	Reinforced Masonry Bearing Walls with Wood or Metal Deck Diaphragms	Low-Rise	1 - 3	2	20
30	RM1M		Mid-Rise	4+	5	50
31	RM2L	Reinforced Masonry Bearing Walls with Precast Concrete Diaphragms	Low-Rise	1 - 3	2	20
32	RM2M		Mid-Rise	4 - 7	5	50
33	RM2H		High-Rise	8+	12	120
34	URML	Unreinforced Masonry Bearing Walls	Low-Rise	1 - 2	1	15
35	URMM		Mid-Rise	3+	3	35
36	MH	Mobile Homes		All	1	10

Nota: Tomado de Multi-hazard Loss Estimation Methodology, por Hazus (2010).

Una vez determinada la clasificación CH2 a la que pertenece nuestra estructura y a su vez determinado el daño moderado requerido se define la relación daño – deriva según la metodología Házus.

Tabla 56

Relación de deriva para definir el estado de daño de la estructura.

Building Properties			Inters Tary Drift at Threshold of Damage State				Spectral Displacement (inches)							
Type	Height (inches)		Slight	Moderate	Extensive	Complete	Slight		Moderate		Extensive		Complete	
	Roof	Modal					Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta	Median	Beta
W1	168	126	0.0040	0.0099	0.0306	0.0750	0.50	0.84	1.25	0.86	3.86	0.89	9.45	1.04
W2	288	216	0.0040	0.0099	0.0306	0.0750	0.86	0.89	2.14	0.95	6.62	0.95	16.20	0.92
S1L	288	216	0.0060	0.0104	0.0235	0.0600	1.30	0.80	2.24	0.75	5.08	0.74	12.96	0.88
S1M	720	540	0.0040	0.0069	0.0157	0.0400	2.16	0.65	3.74	0.68	8.46	0.69	21.60	0.87
S1H	1872	1123	0.0030	0.0052	0.0118	0.0300	3.37	0.64	5.83	0.64	13.21	0.71	33.70	0.83
S2L	288	216	0.0050	0.0087	0.0233	0.0600	1.08	0.93	1.87	0.92	5.04	0.93	12.96	0.93
S2M	720	540	0.0033	0.0058	0.0156	0.0400	1.80	0.70	3.12	0.69	8.40	0.69	21.60	0.89
S2H	1872	1123	0.0025	0.0043	0.0117	0.0300	2.81	0.66	4.87	0.64	13.10	0.69	33.70	0.80
S3	180	135	0.0040	0.007	0.0187	0.0525	0.5	0.88	0.94	0.92	2.52	0.97	7.09	0.89
S4L	288	216	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.86	0.96	1.50	1.00	4.04	1.03	11.34	0.92
S4M	720	540	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.44	0.75	2.50	0.72	6.73	0.72	18.90	0.94
S4H	1872	1123	0.0020	0.0035	0.0093	0.0262	2.25	0.66	3.90	0.67	10.50	0.70	29.48	0.90
S5L														
S5M														
S5H														
C1L	240	180	0.0050	0.0087	0.0233	0.0600	0.90	0.89	1.56	0.90	4.20	0.90	10.80	0.89
C1M	600	450	0.0033	0.0058	0.0156	0.0400	1.50	0.70	2.60	0.70	7.00	0.70	18.00	0.89
C1H	1440	864	0.0025	0.0043	0.0117	0.0300	2.16	0.66	3.74	0.66	10.08	0.76	25.92	0.91
C2L	240	180	0.0040	0.0084	0.0232	0.0600	0.72	0.91	1.52	0.97	4.17	1.03	10.80	0.87
C2M	600	450	0.0027	0.0056	0.0154	0.0400	1.20	0.81	2.53	0.77	6.95	0.73	18.00	0.91
C2H	1440	864	0.0020	0.0042	0.0116	0.0300	1.73	0.66	3.64	0.68	10.00	0.70	25.92	0.87
C3L														
C3M														
C3H														
PC1	180	135	0.0040	0.0070	0.0187	0.0525	0.54	0.89	0.94	0.92	2.52	0.97	7.09	1.04
PC2L	240	180	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.96	1.25	1.00	3.37	1.03	9.45	0.88
PC2M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.20	0.82	2.08	0.79	5.61	0.75	15.75	0.93
PC2H	1440	864	0.0020	0.0035	0.0094	0.0263	1.73	0.68	3.00	0.69	8.08	0.77	22.68	0.89
RM1L	240	180	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.96	1.20	0.99	3.37	1.05	9.45	0.94
RM1M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.20	0.81	2.08	0.82	5.61	0.80	15.75	0.89
RM2L	240	180	0.0040	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.91	1.25	0.96	3.37	1.02	9.45	0.93
RM2M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.0350	1.20	0.81	2.08	0.80	5.61	0.75	15.75	0.88
RM2H	1440	864	0.0020	0.0035	0.0094	0.0263	1.73	0.67	3.00	0.69	8.08	0.70	22.68	0.86
URML														
URMM														
MH	120	120	0.0040	0.0080	0.024	0.0700	0.48	0.91	0.96	1.00	2.88	1.03	8.40	0.92

Nota: Tomado de Multi-hazard Los Estimation Methodology, por Hazus (2010).

Teniendo determinado nuestra edificación dentro de la clasificación C2H y aplicando la metodología Házus para obtener el daño moderado deseado se debe considerar una deriva máxima igual o menor a 0.0042 en un sismo de diseño severo.

Como es de nuestro conocimiento las derivas máximas obtenidas en el sismo de diseño correspondiente al Caso 2 - Ica 2007 para las direcciones X y Y, son mayores a nuestra deriva objetivo por lo que se reforzará la estructura con un **factor reducción de respuesta (B)**.

Tabla 57*Derivas máximas vs derivas objetivos en el eje X.*

PISO	DERIVAS EN X CASO 2 - ICA 2007	E-030 ≤ 0.007	HAZUS ≤ 0.0042
12	0.0056	PASA OK	NO PASA
11	0.0060	PASA OK	NO PASA
10	0.0065	PASA OK	NO PASA
9	0.0072	NO PASA	NO PASA
8	0.0077	NO PASA	NO PASA
7	0.0082	NO PASA	NO PASA
6	0.0084	NO PASA	NO PASA
5	0.0083	NO PASA	NO PASA
4	0.0078	NO PASA	NO PASA
3	0.0072	NO PASA	NO PASA
2	0.0059	PASA OK	NO PASA
1	0.0032	PASA OK	PASA OK

Nota: Elaboración propia.

$$B_{xy} = \left(\frac{D_{max}X}{D_{objetivo}} \right)$$

$$B_x = \frac{0.0084}{0.0042} = 2.00$$

Tabla 58*Derivas máximas vs derivas objetivos en el eje Y.*

PISO	DERIVAS EN Y CASO 1 - LIMA 1974	E-030 ≤ 0.007	HAZUS ≤ 0.0042
12	0.00578	PASA OK	NO PASA
11	0.00599	PASA OK	NO PASA
10	0.00642	PASA OK	NO PASA
9	0.00687	PASA OK	NO PASA
8	0.00704	NO PASA	NO PASA
7	0.00726	NO PASA	NO PASA
6	0.00736	NO PASA	NO PASA
5	0.00710	NO PASA	NO PASA
4	0.00673	PASA OK	NO PASA
3	0.00598	PASA OK	NO PASA
2	0.00487	PASA OK	NO PASA
1	0.00252	PASA OK	PASA OK

Nota: Elaboración propia.

$$B_{xy} = \left(\frac{D_{max}Y}{D_{objetivo}} \right)$$

$$B_y = \frac{0.00736}{0.0042} = 1.75$$

Así mismo se determinó el **amortiguamiento efectivo (B_{eff})** para X y Y.

$$B_x = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_o)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff}X)} \quad B_y = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_o)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff}Y)}$$

$$2.00 = \frac{2.31 - 0.41 \ln(5)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{eff})} \quad 1.75 = \frac{2.31 - 0.41 \ln(5)}{2.31 - 0.41 \ln(B_{eff})}$$

$$B_{effx} = 37.4045\%$$

$$B_{effy} = 26.9558\%$$

Y el **amortiguamiento viscoso (B_H)** para X y Y.

$$\beta_H X = \beta_{eff} X - 5\%$$

$$\beta_H Y = \beta_{eff} Y - 5\%$$

$$B_{HX} = 37.4045\% - 5\%$$

$$B_{HY} = 26.9558\% - 5\%$$

$$B_{HX} = 32.4045\%$$

$$B_{HY} = 21.9558\%$$

Seguidamente se determinó la **rigidez del brazo metálico**, con el uso del perfil metálico HSS 20.00 x 0.375, que cuenta con las siguientes características.

Tabla 59

Dimensiones del brazo metálico ROUND HSS 20.00 x 0.375.

Dimensiones ROUND HSS 20.00 x 0.375				
D ext. (in)	D int. (in)	Espesor (in)	Área (in)	Inercia (in)
20	19.651	0.349	21.5	1040

Nota: Tomado de Steel Construction Manual 13^{vo}, por AISC (2005).

$$Kx = \left(\frac{EA}{L} \right)$$

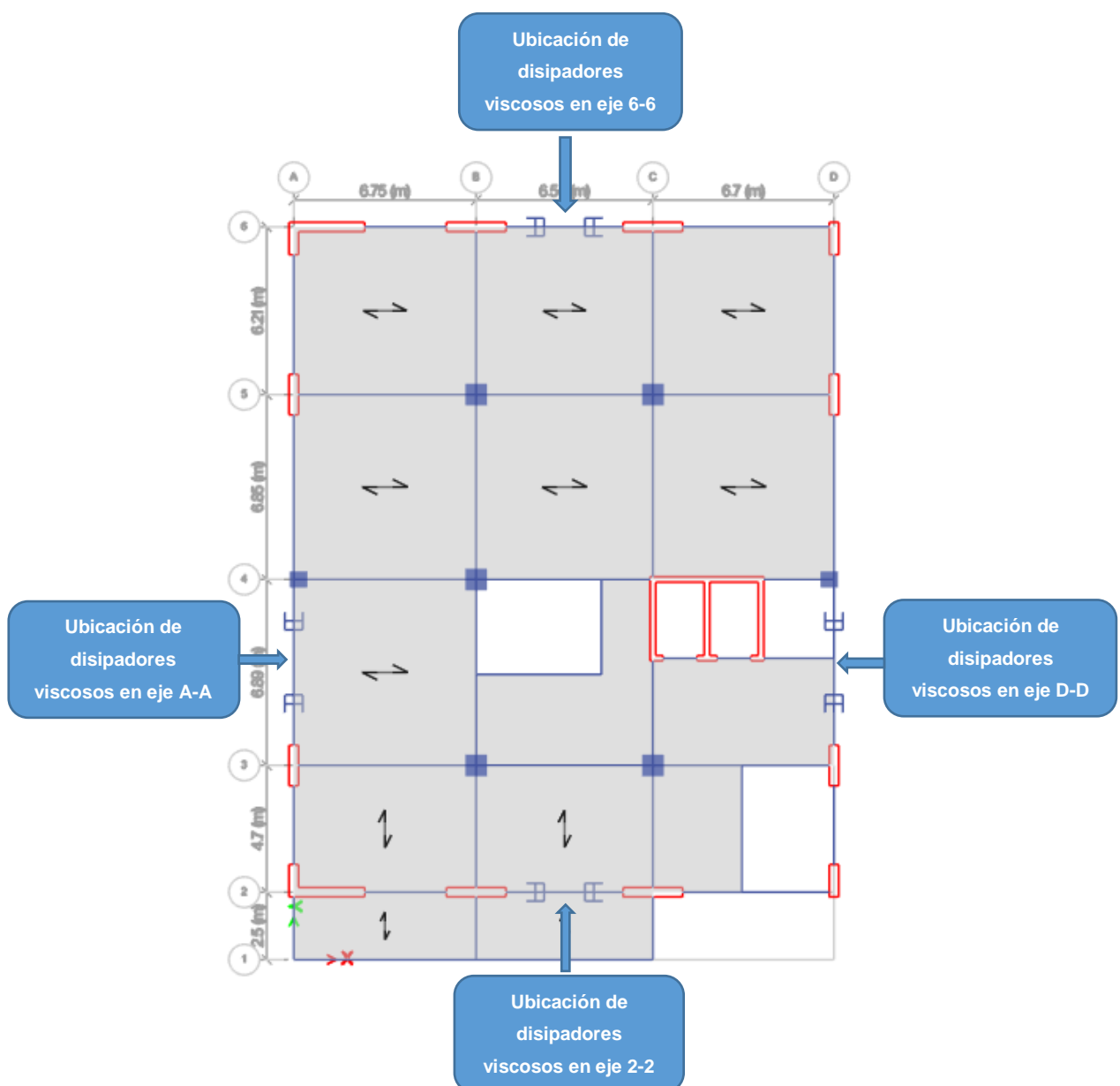
$$Kx = \left(\frac{20.4 \times 10^6 \times 138.71 \times 10^{-4}}{3.70} \right) \quad Ky = \left(\frac{20.4 \times 10^6 \times 138.71 \times 10^{-4}}{4.29} \right)$$

$$Kx = 76,426 \text{ Tonf/m}$$

$$Ky = 65,901 \text{ Tonf/m}$$

Figura 78

Ubicación de los disipadores viscosos en la dirección X y Y.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

El **exponente de velocidad** fue $\alpha = 0.50$ obteniendo un **parámetro lambda** que fue $\lambda=3.5$. Estos valores serán usados en ambas direcciones.

Para la determinación del **coeficiente de amortiguamiento no lineal**, en el eje X se realizó los siguientes cálculos:

Se calculó la **amplitud de desplazamiento** del modo 1 en eje X.

$$A = \frac{10 \cdot g \cdot r \cdot S_a \cdot T_1}{4B_{mD} \cdot \pi^2}$$

$$A = \frac{10 \times 981 \times 1.85 \times 0.17 \times 1.322}{4 \times 1.2 \times \pi^2}$$

$$A = 84.97 \text{ mm}$$

$$A = 0.085 \text{ m}$$

Se calculó la **frecuencia angular** en el eje X.

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

$$w = \frac{2\pi}{1.322}$$

$$w = 4.75 \text{ rad/seg}$$

Se calculó el **peso sísmico por piso** en el eje X.

Tabla 60

Masa y peso sísmico de la edificación 12 pisos.

Piso	Masa (Tn.seg ² /m)	Peso Sísmico (Tn)
12	35.368	346.839
11	51.001	500.147
10	51.001	500.147
9	51.001	500.147
8	51.001	500.147
7	51.001	500.147
6	51.001	500.147
5	51.001	500.147
4	51.001	500.147
3	51.001	500.147
2	48.128	471.977
1	51.482	504.861
TOTAL		5,824.998

Nota: Elaboración propia.

Se calculó el **desplazamiento del modo 1 del pórtico** en el eje X.

Tabla 61

Desplazamientos del modo 1.

PISO	MODO	Φ_i
12	1	0.2601
11	1	0.2444
10	1	0.2273
9	1	0.2082
8	1	0.1870
7	1	0.1638
6	1	0.1390
5	1	0.1134
4	1	0.0878
3	1	0.0628
2	1	0.0392
1	1	0.0188

Nota: Elaboración propia.

Se calculó el **desplazamiento en ambos extremos del pórtico** en el eje X.

Tabla 62*Desplazamiento en ambos extremos del pórtico.*

PISO	MODOS	Nudo 42	Nudo 43	Φ_{rj}
12	1	-	0.260089	0.0157
11	1	0.244412	0.244412	0.0171
10	1	0.227289	0.227289	0.0191
9	1	0.208239	0.208239	0.0213
8	1	0.186982	0.186982	0.0232
7	1	0.163811	0.163811	0.0248
6	1	0.138995	0.138995	0.0256
5	1	0.113419	0.113419	0.0256
4	1	0.087811	0.087811	0.0250
3	1	0.062772	0.062772	0.0236
2	1	0.039220	0.03922	0.0204
1	1	0.018783	-	-

Nota: Elaboración propia.**Tabla 63***Cálculos generales para el amortiguamiento no lineal del disipador.*

PISO	MASA (Tn.Seg ² /m)	COS θ	$\cos\theta^{(1+\alpha)} * \Phi_{rj}^{(1+\alpha)}$	$m * \Phi_i^2$
12	35.37	0.586	0.0009	2.392
11	51.00	0.586	0.0010	3.047
10	51.00	0.586	0.0012	2.635
9	51.00	0.586	0.0014	2.212
8	51.00	0.586	0.0016	1.783
7	51.00	0.586	0.0018	1.369
6	51.00	0.586	0.0018	0.985
5	51.00	0.586	0.0018	0.656
4	51.00	0.586	0.0018	0.393
3	51.00	0.586	0.0016	0.201
2	48.13	0.586	0.0013	0.074
1	51.48	0.586	0.0000	0.018
			0.0161774	15.76488

Nota: Elaboración propia.

Una vez obtenido los resultados anteriormente descritos se procedió a calcular el **coeficiente de amortiguamiento no lineal** en el eje X, de la siguiente forma:

$$\Sigma c_j = \frac{B_H \cdot 2\pi \cdot A^{1-a} \cdot w^{2-a} \cdot (\Sigma m_i \phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \phi_{rj}^{1+a} \cdot \cos^{1+a} \cdot \theta_j)}$$

$$\Sigma c_j = \frac{0.3240\pi \cdot 0.085^{1-0.5} \times 4.75^{2-0.5} \times 15.76}{3.5 \times 0.0161774}$$

$$\Sigma c_j = 1712.22 \text{ Tn. s/m}$$

Se calculó el **coeficiente de amortiguamiento unitario no lineal** del eje X.

$$CjX = \frac{1712.22}{4}$$

$$CjX = 428.05 \text{ Tn s/m} \approx 429 \text{ Tn s/m}$$

Figura 79

Ingreso de los valores para el eje X.

ET Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: DISIPADOR X

Direction: U1

Type: Damper - Exponential

NonLinear: Yes

Linear Properties

Effective Stiffness: 0 tonf/m

Effective Damping: 0 tonf-s/m

Nonlinear Properties

Stiffness: 76426 tonf/m

Damping: 429 tonf*(s/m)^{Cexp}

Damping Exponent: 0.5

OK Cancel

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Para la determinación del **coeficiente de amortiguamiento no lineal**, en el eje Y se realizó los siguientes cálculos:

Se calculó la **amplitud de desplazamiento** del modo 1 en el eje Y.

$$A = \frac{10 \cdot g \cdot r \cdot S_a \cdot T_1}{4B_{mD} \cdot \pi^2}$$

$$A = \frac{10 \times 981 \times 1.78 \times 0.17 \times 1.269}{4 \times 1.2 \times \pi^2}$$

$$A = 78.29 \text{ mm} \simeq 0.078 \text{ m}$$

Se calculó la **frecuencia angular** en el eje Y.

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

$$w = \frac{2\pi}{1.269}$$

$$w = 4.95 \text{ rad/seg}$$

Se calculó el **peso sísmico por piso** en el eje X.

Tabla 64

Masa y peso sísmico de la edificación 12 pisos.

Piso	Masa (Tn.seg ² /m)	Peso Sísmico (Tn)
12	35.368	346.839
11	51.001	500.147
10	51.001	500.147
9	51.001	500.147
8	51.001	500.147
7	51.001	500.147
6	51.001	500.147
5	51.001	500.147
4	51.001	500.147
3	51.001	500.147

2	48.128	471.977
1	51.482	504.861
TOTAL		5,824.998

Nota: Elaboración propia.

Se calculó el **desplazamiento del modo 1 del pórtico** en el eje Y.

Tabla 65

Desplazamientos del modo 1.

PISO	MODO	Φ_i
12	1	0.2498
11	1	0.2371
10	1	0.2227
9	1	0.2065
8	1	0.1882
7	1	0.1678
6	1	0.1455
5	1	0.1214
4	1	0.0959
3	1	0.0697
2	1	0.0444
1	1	0.0219

Nota: Elaboración propia.

Se calculó el **desplazamiento en ambos extremos del pórtico** del eje Y.

Tabla 66

Desplazamiento en ambos extremos del pórtico.

PISO	MODO	Nudo 45	Nudo 12	Φ_{rj}
12	1	-	0.249781	0.0127
11	1	0.237078	0.237078	0.0144
10	1	0.222719	0.222719	0.0162
9	1	0.206473	0.206473	0.0183
8	1	0.188181	0.188181	0.0203
7	1	0.167845	0.167845	0.0223
6	1	0.145546	0.145546	0.0242
5	1	0.121391	0.121391	0.0255
4	1	0.095889	0.095889	0.0262

3	1	0.069696	0.069696	0.0253
2	1	0.044396	0.044396	0.0225
1	1	0.021942	-	-

Nota: Elaboración propia.

Tabla 67

Cálculos generales para el amortiguamiento no lineal del disipador.

PISO	MASA (Tn.Seg ² /m)	COS θ	cosθ ^{1+α} * Φ _{rj} ^{1+α}	m * Φ _i ²
12	35.37	0.715	0.0009	2.207
11	51.00	0.715	0.0010	2.867
10	51.00	0.715	0.0013	2.530
9	51.00	0.715	0.0015	2.174
8	51.00	0.715	0.0018	1.806
7	51.00	0.715	0.0020	1.437
6	51.00	0.715	0.0023	1.080
5	51.00	0.715	0.0025	0.752
4	51.00	0.715	0.0026	0.469
3	51.00	0.715	0.0024	0.248
2	48.13	0.715	0.0020	0.095
1	51.48	0.715	0.0000	0.025
			0.0201907	15.68828

Nota: Elaboración propia.

Una vez obtenido los datos anteriormente descritos se procedió a calcular el **coeficiente de amortiguamiento no lineal** en el eje Y, de la siguiente forma:

$$\Sigma c_j = \frac{B_H \cdot 2\pi \cdot A^{1-a} \cdot w^{2-a} \cdot (\Sigma m_i \phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \phi_{rj}^{1+a} \cdot \cos^{1+a} \theta_j)}$$

$$\Sigma c_j = \frac{0.3240\pi \cdot 0.085^{1-0.5} \times 4.95^{2-0.5} \times 15.69}{3.5 \times 0.0201907}$$

$$\Sigma c_j = 1510.15 \text{ Tn. s/m}$$

Se calculó el **coeficiente de amortiguamiento unitario no lineal** del eje Y.

$$CjY = \frac{1510.15}{4}$$

$$CjX = 377.54 \text{ Tn s/m} \simeq 378 \text{ Tn s/m}$$

Figura 80

Ingreso de los valores para el eje Y.

ET Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: DISIPADOR Y

Direction: U1

Type: Damper - Exponential

NonLinear: Yes

Linear Properties

Effective Stiffness: 0 tonf/m

Effective Damping: 0 tonf-s/m

Nonlinear Properties

Stiffness: 65901 tonf/m

Damping: 378 tonf(s/m)^{Cexp}

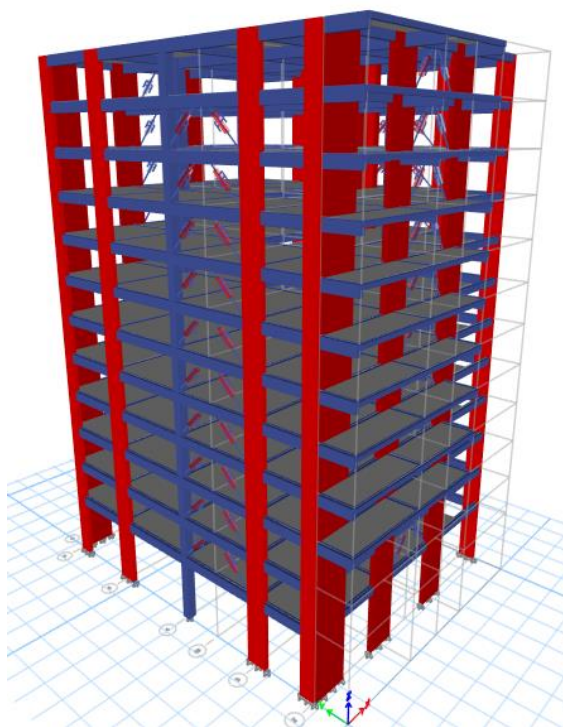
Damping Exponent: 0.5

OK Cancel

Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 81

Ubicación de los disipadores en los ejes X y Y.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Se procedió a realizar el **análisis dinámico tiempo historia no lineal con el uso de disipadores de fluido viscoso**, así mismo se realizó la verificación de las derivas para determinar si su funcionamiento es óptimo.

Tabla 68

Control de derivas de análisis dinámico - tiempo historia no lineal con disipadores en el eje X.

Piso	Diafragma	Sismo	UX m	Des. Relativo (m)	Alt. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS ≤ 0.0042
12	D12	CASO 2 - ICA 2007	0.13095	0.00921	3.00	0.00307	PASA OK
11	D11	CASO 2 - ICA 2007	0.12174	0.00987	3.00	0.00329	PASA OK
10	D10	CASO 2 - ICA 2007	0.11187	0.01065	3.00	0.00355	PASA OK
9	D9	CASO 2 - ICA 2007	0.10122	0.01064	3.00	0.00355	PASA OK
8	D8	CASO 2 - ICA 2007	0.09058	0.01161	3.00	0.00387	PASA OK
7	D7	CASO 2 - ICA 2007	0.07897	0.01244	3.00	0.00415	PASA OK
6	D6	CASO 2 - ICA 2007	0.06652	0.01200	3.00	0.00400	PASA OK
5	D5	CASO 2 - ICA 2007	0.05452	0.01198	3.00	0.00399	PASA OK
4	D4	CASO 2 - ICA 2007	0.04254	0.01104	3.00	0.00368	PASA OK
3	D3	CASO 2 - ICA 2007	0.03150	0.01089	3.00	0.00363	PASA OK
2	D2	CASO 2 - ICA 2007	0.02062	0.01084	3.00	0.00361	PASA OK

1	D1	CASO 2 - ICA 2007	0.00977	0.00977	5.00	0.00195	PASA OK
---	----	-------------------	---------	---------	------	---------	----------------

Nota: Elaboración propia.

Tabla 69

Control de derivas de análisis dinámico - tiempo historia no lineal con disipadores en el eje Y.

Piso	Diafragma	Sismo	UY m	Des. Relativo (m)	Alt. entrepiso (m)	Derivas Inelásticas	Control HAZUS ≤ 0.0042
12	D12	CASO 2 - ICA 2007	0.11102	0.00531	3.00	0.00177	PASA OK
11	D11	CASO 2 - ICA 2007	0.10571	0.00600	3.00	0.00200	PASA OK
10	D10	CASO 2 - ICA 2007	0.09971	0.00689	3.00	0.00230	PASA OK
9	D9	CASO 2 - ICA 2007	0.09283	0.00797	3.00	0.00266	PASA OK
8	D8	CASO 2 - ICA 2007	0.08486	0.00898	3.00	0.00299	PASA OK
7	D7	CASO 2 - ICA 2007	0.07588	0.01007	3.00	0.00336	PASA OK
6	D6	CASO 2 - ICA 2007	0.06581	0.01088	3.00	0.00363	PASA OK
5	D5	CASO 2 - ICA 2007	0.05493	0.01146	3.00	0.00382	PASA OK
4	D4	CASO 2 - ICA 2007	0.04347	0.01163	3.00	0.00388	PASA OK
3	D3	CASO 2 - ICA 2007	0.03184	0.01133	3.00	0.00378	PASA OK
2	D2	CASO 2 - ICA 2007	0.02051	0.01019	3.00	0.00340	PASA OK
1	D1	CASO 2 - ICA 2007	0.01032	0.01032	5.00	0.00206	PASA OK

Nota: Elaboración propia.

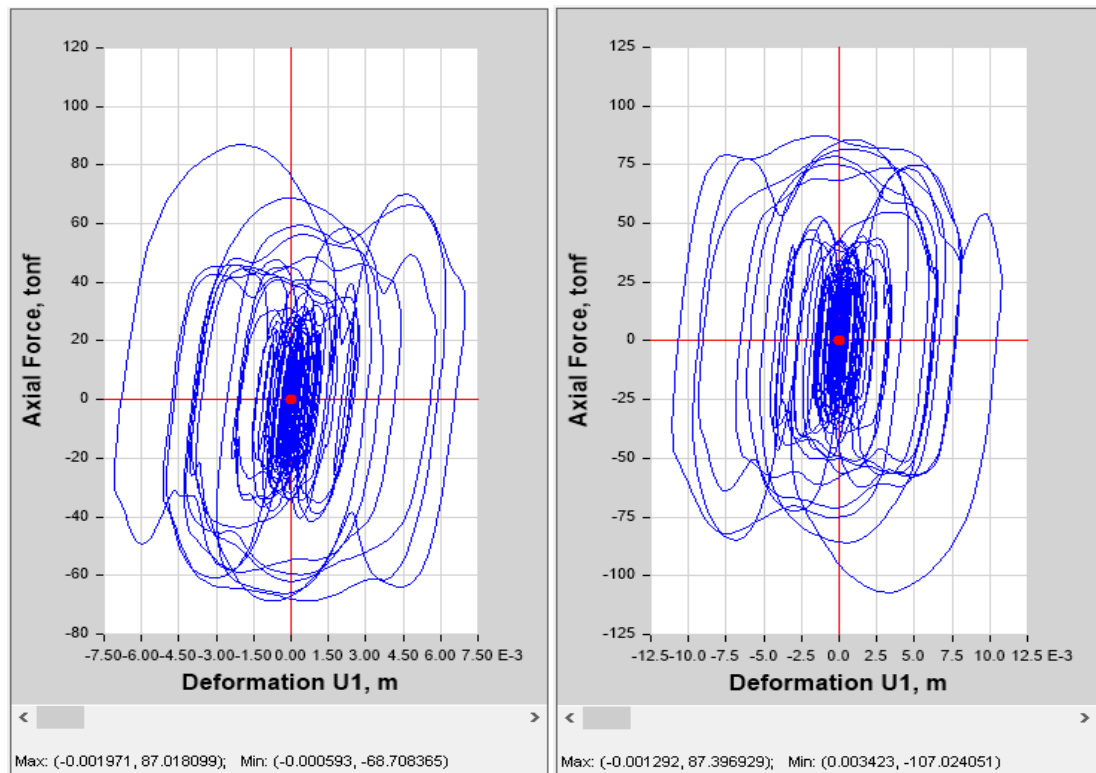
Se comprobó que las derivas de las direcciones X y Y se redujeron considerablemente y ninguna exceden la deriva objetivo de 0.0042 establecida por la metodología Hazus, por lo que los disipadores de fluido viscoso funcionaron correctamente.

Se evaluó el correcto **comportamiento histerético** de todos los disipadores, verificando que las curvas elípticas estén en forma horizontal y paralelas al eje vertical, como se muestran en las siguientes figuras.

Para el eje A-A:

Figura 82

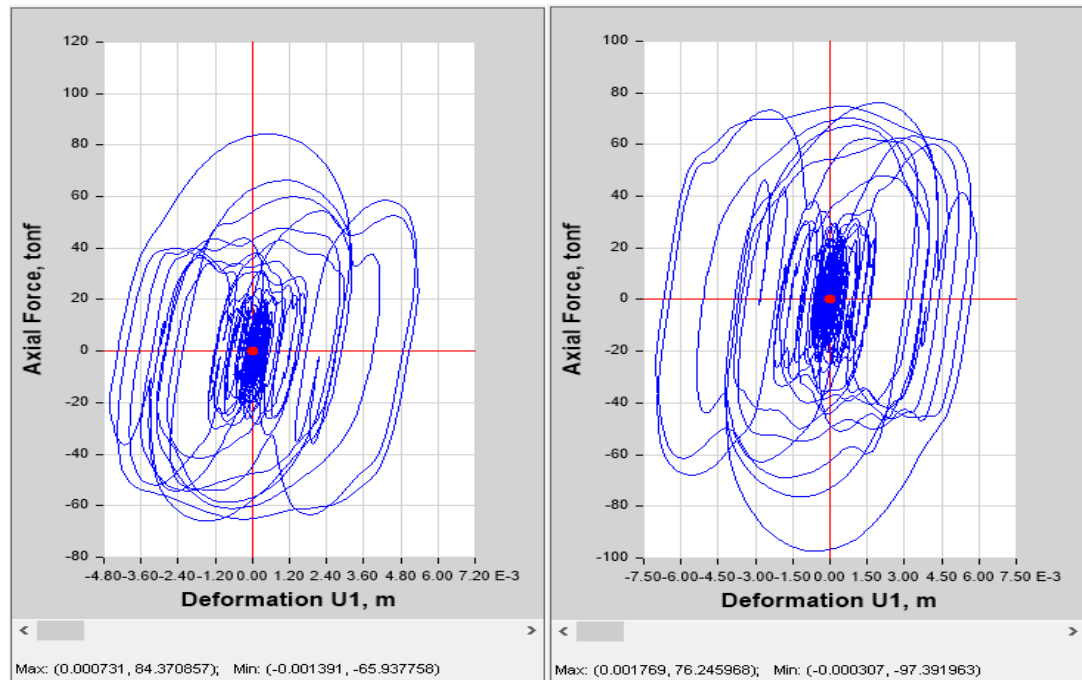
Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K45 y K46.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 83

Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K75 y K76.

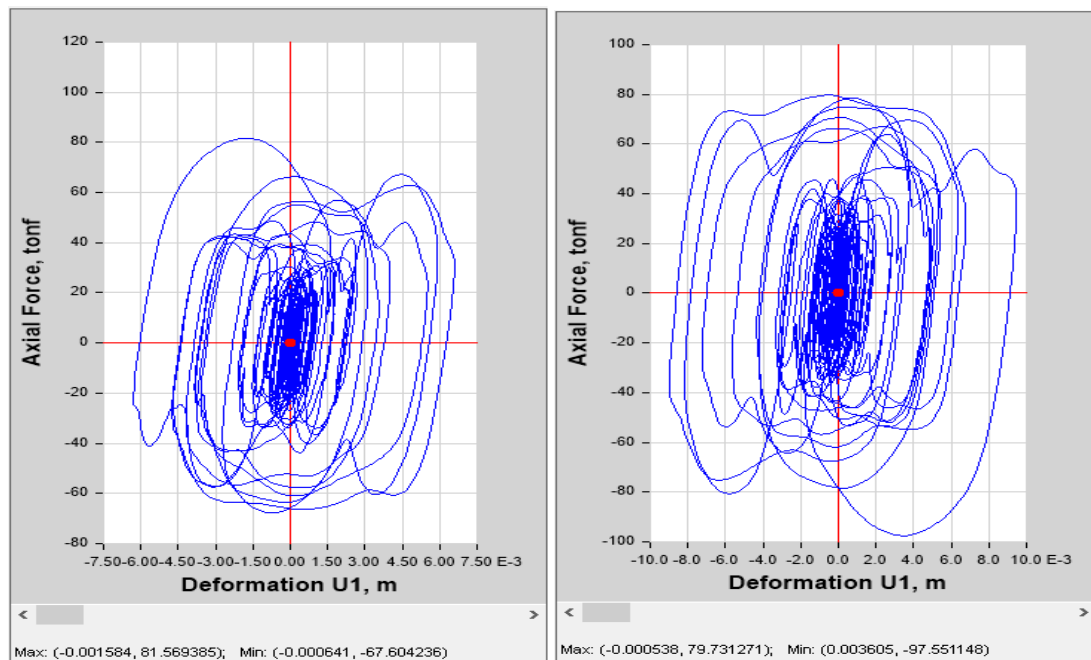


Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Para el eje D-D:

Figura 84

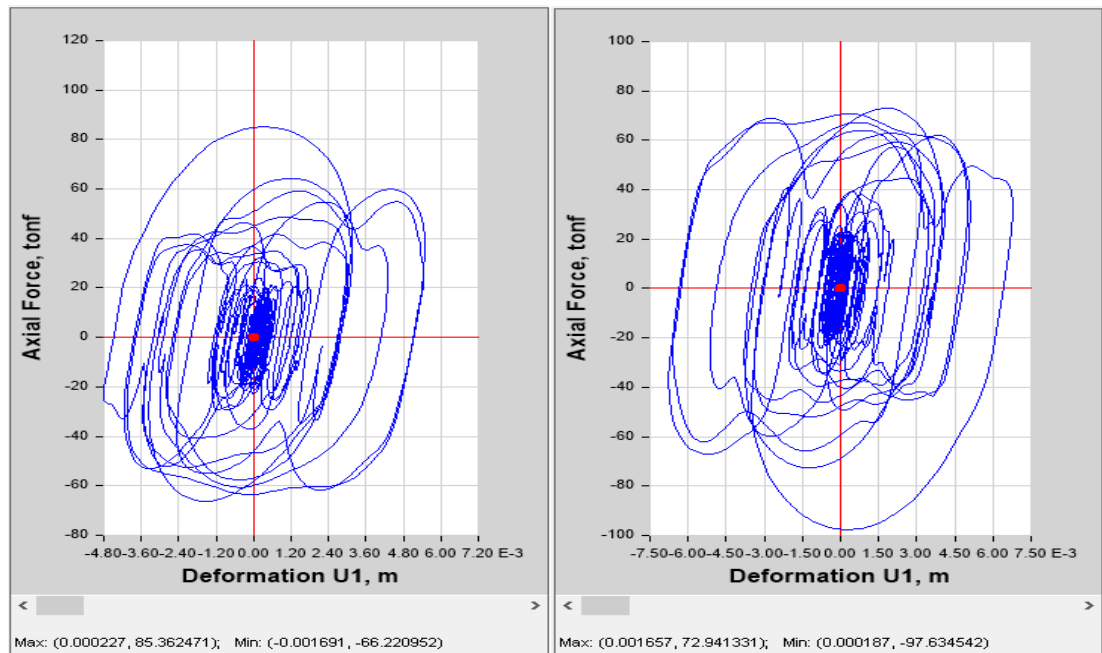
Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K47 y K48.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 85

Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K57 y K58.

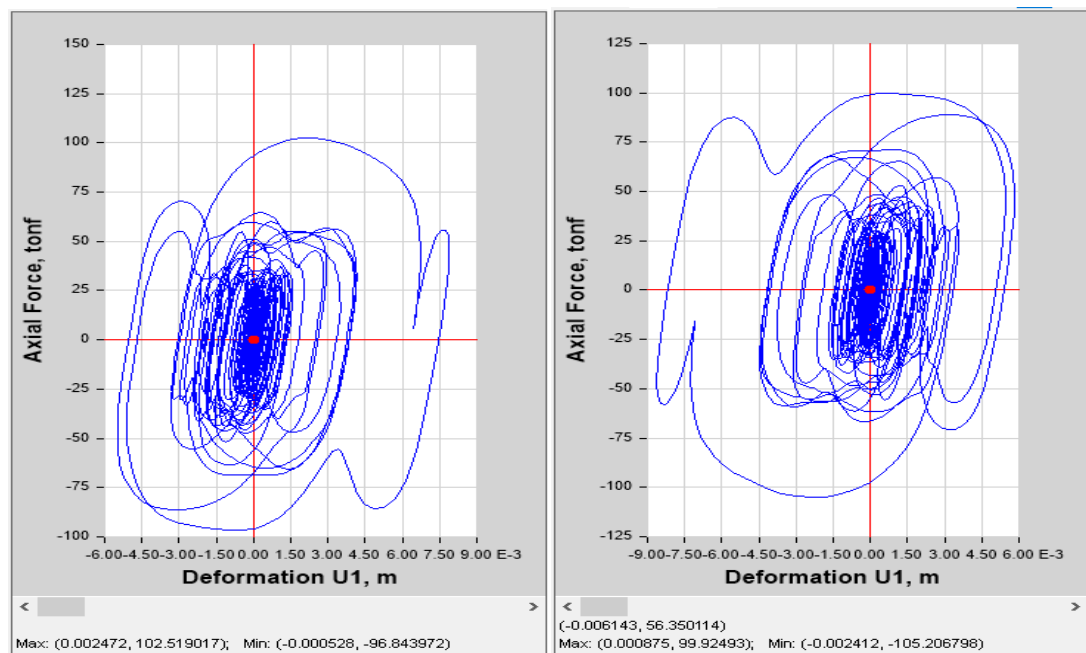


Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Para el eje 6-6:

Figura 86

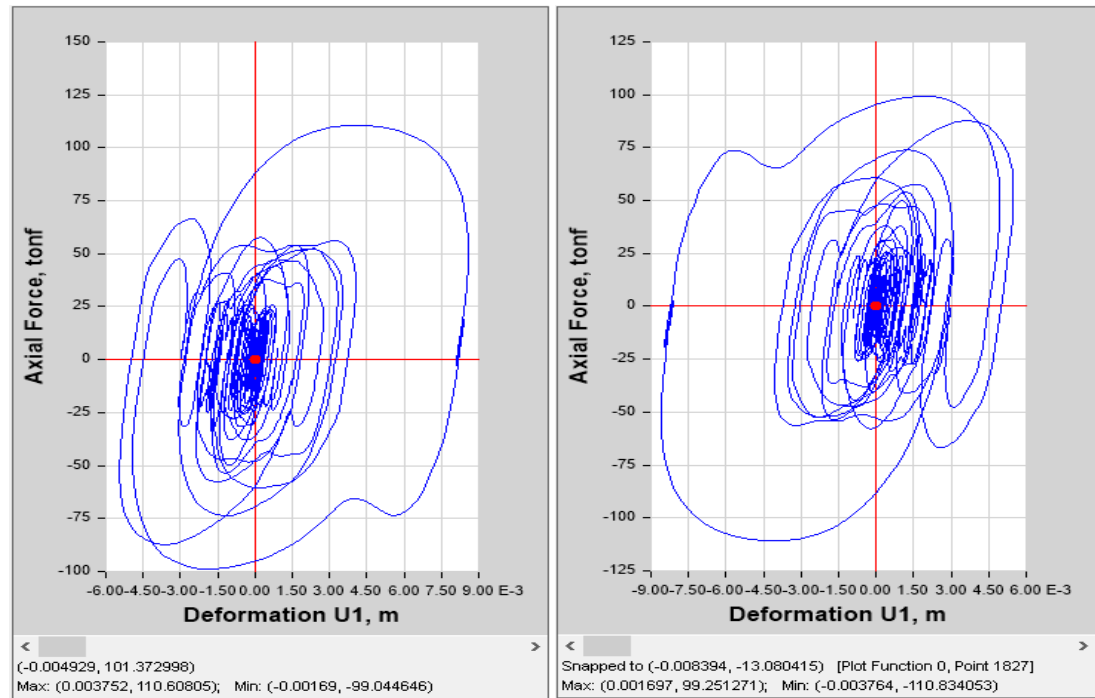
Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K43 y K44.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 87

Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K37 y K38.

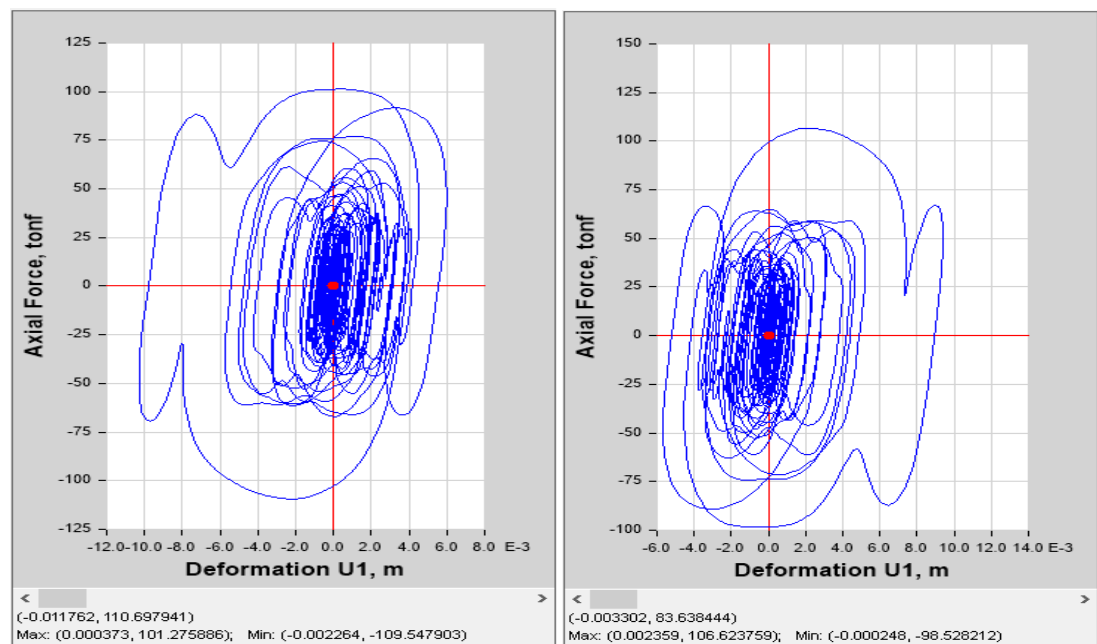


Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Para el eje 2-2:

Figura 88

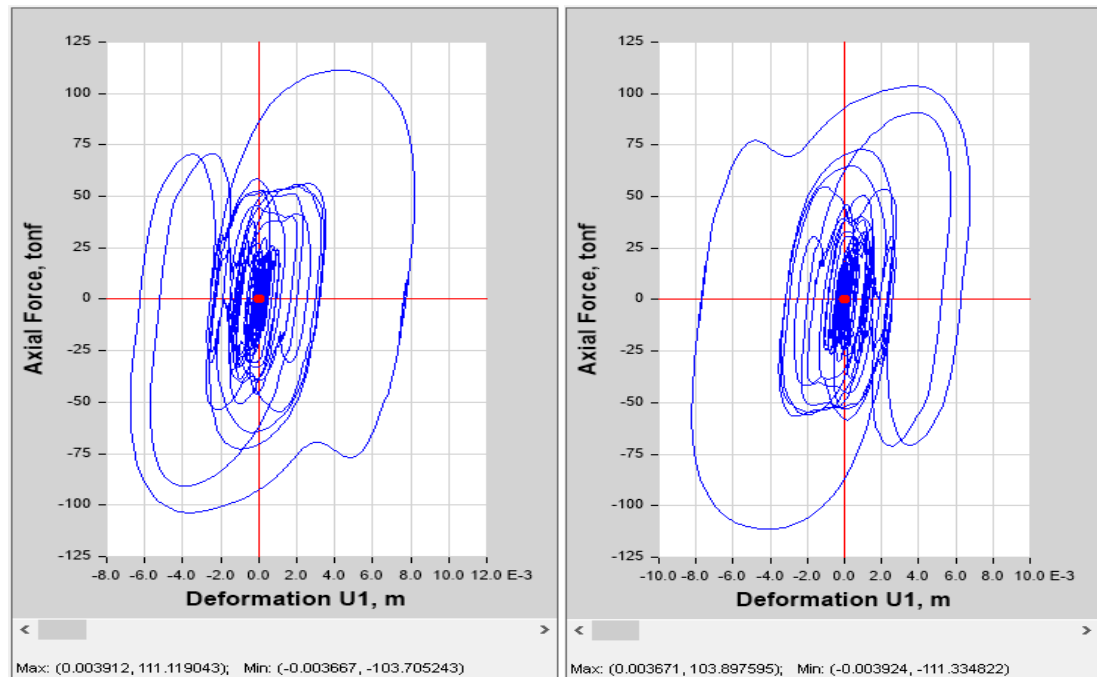
Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K41 y K42.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Figura 89

Comportamiento del lazo histerético de los disipadores K39 y K40.

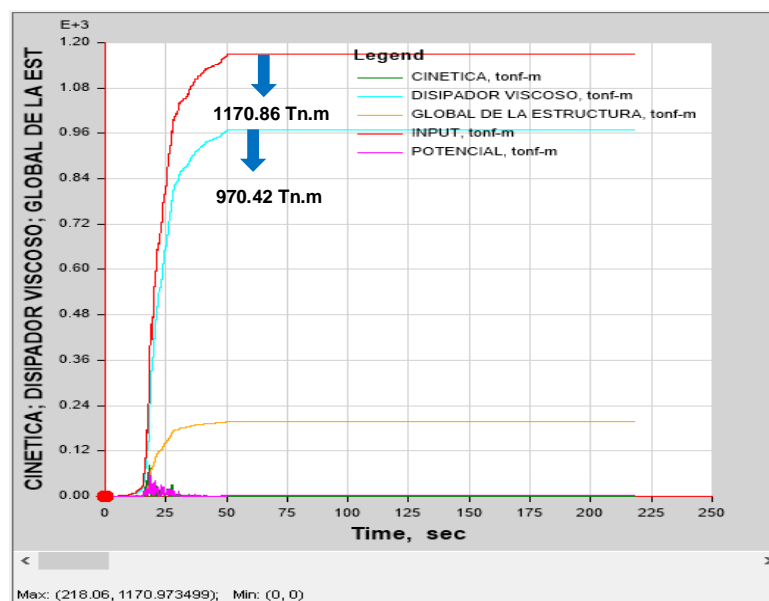


Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Se calculó el **balance energético** para la determinar el porcentaje de energía sísmica absorbida por el grupo de disipadores.

Figura 90

Balance de energía de la edificación de 12 pisos con disipadores.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

$$\% \text{ disipación de energía} = \frac{\text{Energía disipada por los disipadores}}{\text{Energía de entrada del sismo severo}}$$

$$\% \text{ disipación de energía} = \frac{970.42 \text{ Tn.m}}{1170.86 \text{ Tn.m}} \times 100$$

$$\% \text{ disipación de energía} = 82.88\%$$

Del 100.00% de la energía sísmica que afecta a la edificación de 12 pisos, el 82.88% fue absorbida por el grupo de disipadores en ambas direcciones.

Teniendo la edificación optimizada se procedió a extraer las **fuerzas en todos los disipadores**.

Tabla 70

Fuerza de los disipadores en el eje 2-2 en la dirección X.

DISIPADOR	NIVEL	FUERZA (Tonf)	FUERZA (KN)	FUERZA TAYLOR (KN)
K39	12	111.119	1089.71	1500
K40	12	103.8976	1018.89	1500
K21	11	115.6705	1134.34	1500
K22	11	108.4398	1063.43	1500
K23	10	119.4317	1171.22	1500
K24	10	112.0378	1098.72	1500
K25	9	121.3188	1189.73	1500
K26	9	114.1268	1119.20	1500
K27	8	121.4511	1191.03	1500
K28	8	114.8848	1126.64	1500
K29	7	121.2127	1188.69	1500
K30	7	114.9233	1127.01	1500
K31	6	121.7488	1193.95	1500
K32	6	115.6377	1134.02	1500
K33	5	122.124	1197.63	1500
K34	5	116.7229	1144.66	1500
K35	4	120.5652	1182.34	1500
K36	4	115.6537	1134.18	1500
K19	3	115.5168	1132.83	1500
K20	3	110.9753	1088.30	1500
K41	2	106.6238	1045.62	1500
K42	2	101.2759	993.18	1000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 71

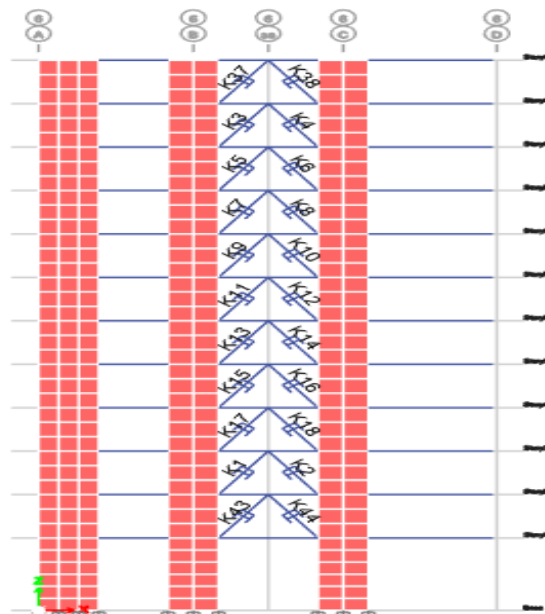
Fuerza de los disipadores en el eje 6-6 en la dirección X.

DISIPADOR	NIVEL	FUERZA (Tonf)	FUERZA (KN)	FUERZA TAYLOR (KN)
K37	12	110.608	1084.69	1500
K38	12	99.2513	973.32	1000
K3	11	114.4048	1121.93	1500
K4	11	103.3785	1013.80	1500
K5	10	117.6837	1154.08	1500
K6	10	106.956	1048.88	1500
K7	9	119.2116	1169.07	1500
K8	9	109.6627	1075.42	1500
K9	8	119.0054	1167.04	1500
K10	8	110.8983	1087.54	1500
K11	7	118.5351	1162.43	1500
K12	7	111.2287	1090.78	1500
K13	6	118.6689	1163.74	1500
K14	6	111.8874	1097.24	1500
K15	5	118.7668	1164.70	1500
K16	5	112.8131	1106.32	1500
K17	4	116.7395	1144.82	1500
K18	4	111.9403	1097.76	1500
K1	3	111.2248	1090.74	1500
K2	3	107.8879	1058.02	1500
K43	2	102.519	1005.37	1500
K44	2	99.9249	979.93	1000

Nota: Elaboración propia.

Figura 91

Disipadores de fluido viscoso en el eje 6-6 en la dirección X.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Tabla 72*Fuerza de los disipadores en el eje A-A de la dirección Y.*

DISIPADOR	NIVEL	FUERZA (Tonf)	FUERZA (KN)	FUERZA TAYLOR (KN)
K75	11	84.3709	827.40	1000
K76	11	76.246	747.72	750
K77	10	86.8167	851.38	1000
K78	10	79.7359	781.94	1000
K79	9	88.1882	864.83	1000
K80	9	82.5182	809.23	1000
K81	8	90.1837	884.40	1000
K82	8	86.4784	848.06	1000
K83	7	94.5413	927.13	1000
K84	7	90.1791	884.35	1000
K85	6	96.794	949.22	1000
K86	6	92.7259	909.33	1000
K87	5	96.904	950.30	1000
K88	5	94.6828	928.52	1000
K89	4	96.4962	946.30	1000
K90	4	96.1176	942.59	1000
K73	3	93.307	915.03	1000
K74	3	94.0897	922.70	1000
K45	2	87.0181	853.36	1000
K46	2	87.3969	857.07	1000

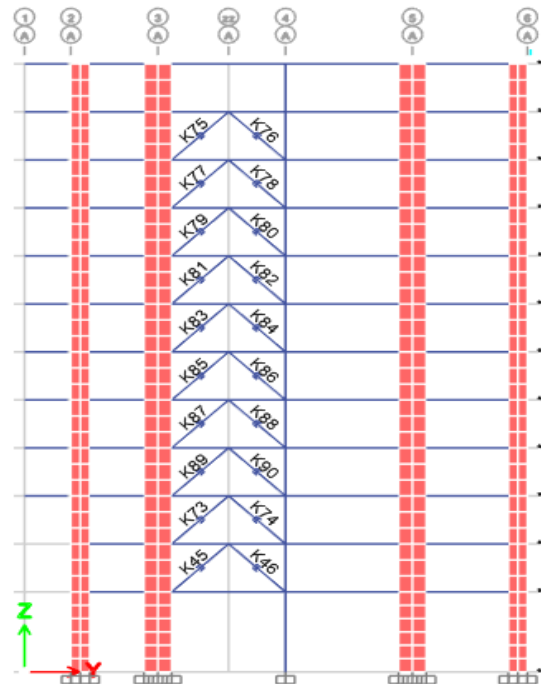
Nota: Elaboración propia.**Tabla 73***Fuerza de los disipadores en el eje D-D de la dirección Y.*

DISIPADOR	NIVEL	FUERZA (Tonf)	FUERZA (KN)	FUERZA TAYLOR (KN)
K57	11	85.3625	837.12	1000
K58	11	72.9413	715.31	750
K59	10	86.5685	848.95	1000
K60	10	75.5779	741.17	750
K61	9	86.9709	852.89	1000
K62	9	77.462	759.64	1000
K63	8	88.5603	868.48	1000
K64	8	81.5242	799.48	1000
K65	7	91.8609	900.85	1000
K66	7	85.1253	834.79	1000
K67	6	93.6919	918.80	1000
K68	6	87.3439	856.55	1000
K69	5	93.3226	915.18	1000
K70	5	88.9723	872.52	1000
K71	4	91.7318	899.58	1000
K72	4	89.5712	878.39	1000
K55	3	88.0518	863.49	1000
K56	3	86.8662	851.87	1000
K47	2	81.5694	799.92	1000
K48	2	79.7313	781.90	1000

Nota: Elaboración propia.

Figura 92

Disipadores de fluido viscoso en el eje 6-6 en la dirección X.



Nota: Elaboración propia. (Programa Etabs V.18.0.2)

Se determinó que las fuerzas axiales en el eje X son 1500 KN, 1000 KN y en el eje Y son 1000 KN, 700 KN, los que se cuantifican en la siguiente tabla.

Tabla 74

Numero de disipadores por fuerza axial.

Número de disipadores		
Fuerza (KN)	X	Y
1500	41	0
1000	3	37
750	0	3
	44	40
TOTAL	84	

Nota: Elaboración propia.

Se comprobó que los periodos y las frecuencias no varían respecto al análisis estático con el uso de disipadores.

Tabla 75

Modos, periodos y masa definidas en el análisis no lineal con disipadores.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1.322	0.73860	0.00850	0	73.86%	0.85%
Modal	2	1.269	0.00830	0.77170	0	74.69%	78.02%
Modal	3	1.024	0.00170	0.00005	0	74.86%	78.03%
Modal	4	0.364	0.00160	0.12700	0	75.03%	90.73%
Modal	5	0.347	0.14960	0.00200	0	89.99%	90.92%
Modal	6	0.289	0.00330	0.00350	0	90.32%	91.28%
Modal	7	0.257	0.00010	0.00001	0	90.32%	91.28%
Modal	8	0.217	0.00003	0.00001	0	90.33%	91.28%
Modal	9	0.179	0.00420	0.02010	0	90.75%	93.29%
Modal	10	0.176	0.00360	0.02370	0	91.11%	95.65%
Modal	11	0.155	0.04300	0.00010	0	95.42%	95.66%
Modal	12	0.139	0.00230	0.00020	0	95.65%	95.68%
Modal	13	0.135	0.00050	0.00250	0	95.70%	95.93%
Modal	14	0.117	0.00000	0.00140	0	95.70%	96.07%
Modal	15	0.116	0.00000	0.00010	0	95.70%	96.08%
Modal	16	0.116	0.00000	0.00002	0	95.70%	96.08%
Modal	17	0.116	0.00000	0.00001	0	95.70%	96.08%
Modal	18	0.116	0.00000	0.00000	0	95.70%	96.08%
Modal	19	0.116	0.00000	0.00000	0	95.70%	96.08%
Modal	20	0.116	0.00000	0.00000	0	95.70%	96.08%
Modal	21	0.116	0.00000	0.00000	0	95.70%	96.08%
Modal	22	0.116	0.00000	0.00000	0	95.70%	96.08%
Modal	23	0.116	0.00000	0.00000	0	95.70%	96.08%
Modal	24	0.116	0.00000	0.00001	0	95.70%	96.08%
Modal	25	0.115	0.00001	0.00020	0	95.70%	96.11%
Modal	26	0.11	0.00010	0.00004	0	95.71%	96.11%
Modal	27	0.107	0.00002	0.01840	0	95.71%	97.95%
Modal	28	0.092	0.02220	0.00010	0	97.92%	97.96%
Modal	29	0.086	0.00010	0.00000	0	97.93%	97.96%
Modal	30	0.079	0.00040	0.00190	0	97.97%	98.15%
Modal	31	0.073	0.00001	0.00910	0	97.97%	99.06%
Modal	32	0.068	0.00003	0.00000	0	97.98%	99.06%
Modal	33	0.063	0.01050	0.00010	0	99.03%	99.06%
Modal	34	0.055	0.00002	0.00000	0	99.03%	99.06%
Modal	35	0.055	0.00003	0.00490	0	99.04%	99.55%
Modal	36	0.053	0.00010	0.00020	0	99.05%	99.57%

Nota: Elaboración propia.

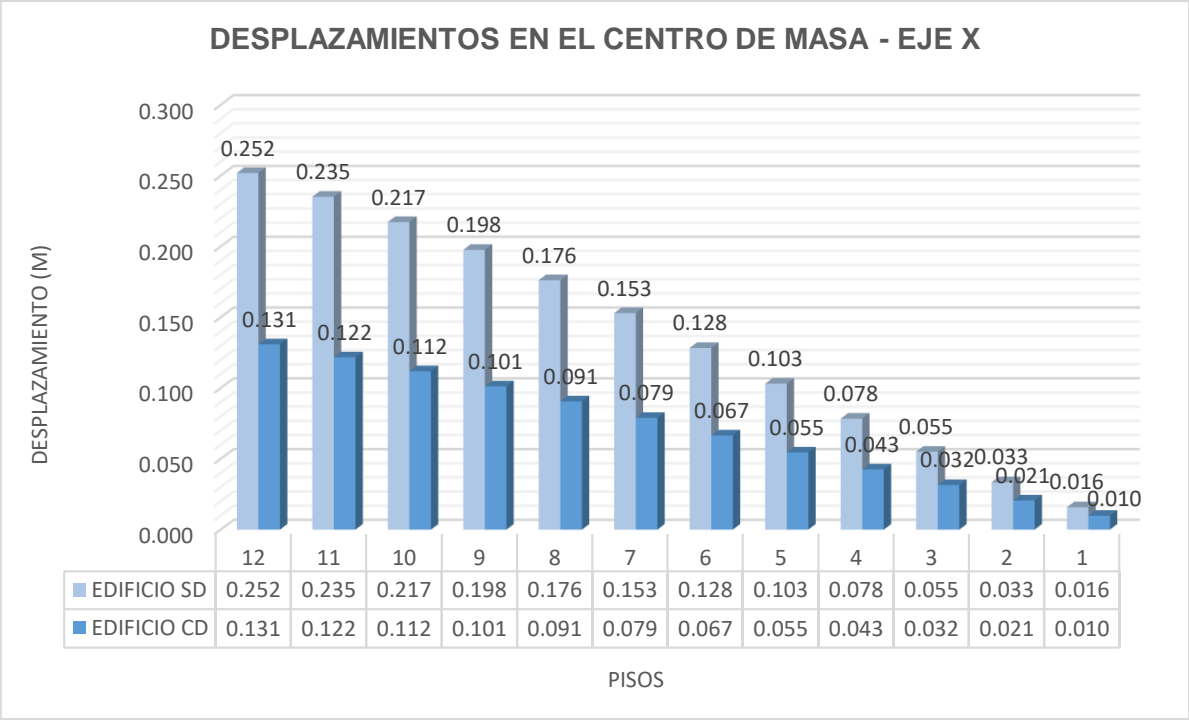
La **evaluación e interpretación de datos** es:

Al comparar **los desplazamientos laterales** de la edificación de 12 pisos sin disipadores y con disipadores de fluido viscoso con un sismo de diseño de Ica

2007 - Caso 2, se logró reducir los desplazamientos laterales en el centro de masa, los mismos que se representan en las siguientes tablas:

Tabla 76

Desplazamientos laterales con y sin disipadores en el eje X.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 77

Porcentaje de reducción de desplazamientos laterales en el eje X.

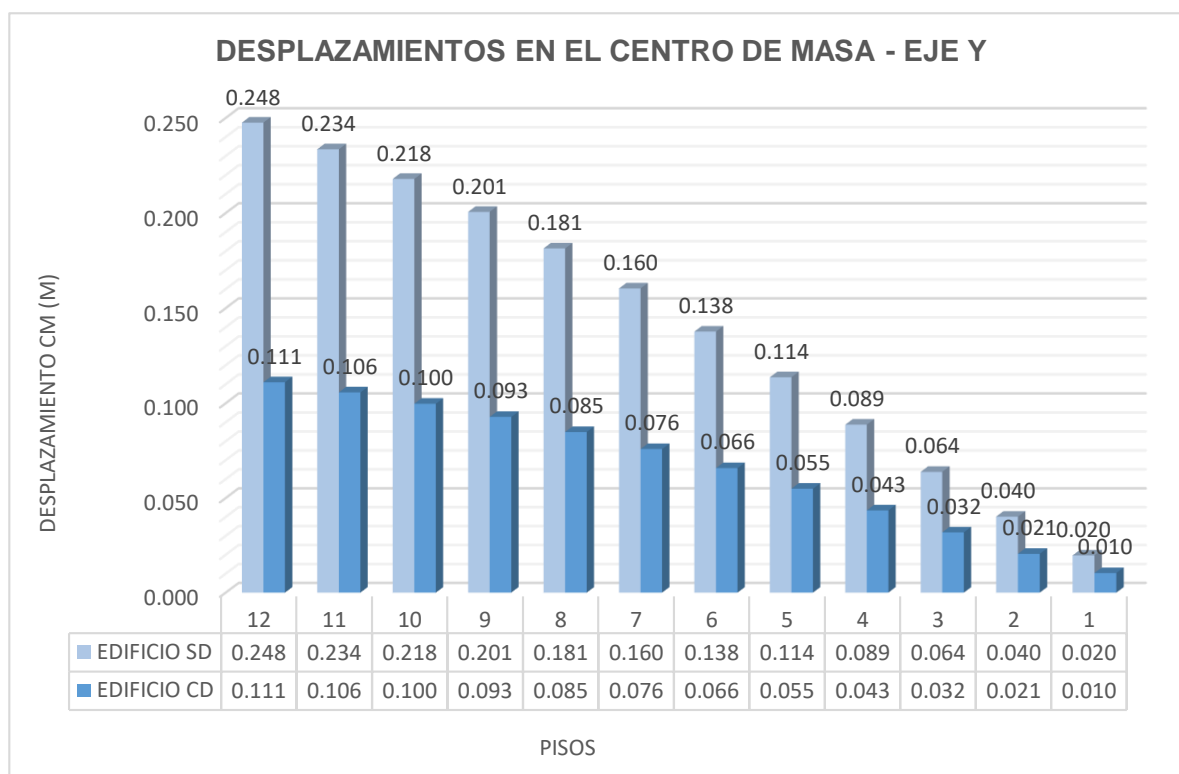
PISO	SIN DISIPADOR (m)	CON DISIPADOR (m)	% REDUCCIÓN
12	0.2519	0.1309	48.01%
11	0.2352	0.1217	48.23%
10	0.2172	0.1119	48.50%
9	0.1976	0.1012	48.78%
8	0.1762	0.0906	48.58%
7	0.1529	0.0790	48.37%
6	0.1283	0.0665	48.15%
5	0.1031	0.0545	47.14%
4	0.0784	0.0425	45.72%
3	0.0550	0.0315	42.77%
2	0.0335	0.0206	38.41%
1	0.0158	0.0098	38.05%

Nota: Elaboración propia.

Se logró reducir en un rango del 38.05 % al 48.78% los desplazamientos laterales en el centro de masa, con el uso de disipadores de fluido viscoso.

Tabla 78

Desplazamientos laterales con y sin disipadores en el eje Y.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 79

Porcentaje de reducción de desplazamientos laterales en el eje Y.

PISO	SIN DISIPADOR (m)	CON DISIPADOR (m)	% REDUCCIÓN
12	0.248	0.111	55.15%
11	0.234	0.106	54.73%
10	0.218	0.100	54.25%
9	0.201	0.093	53.73%
8	0.181	0.085	53.22%
7	0.160	0.076	52.68%
6	0.138	0.066	52.20%
5	0.114	0.055	51.67%
4	0.089	0.043	51.02%
3	0.064	0.032	50.12%
2	0.040	0.021	48.91%
1	0.020	0.010	47.51%

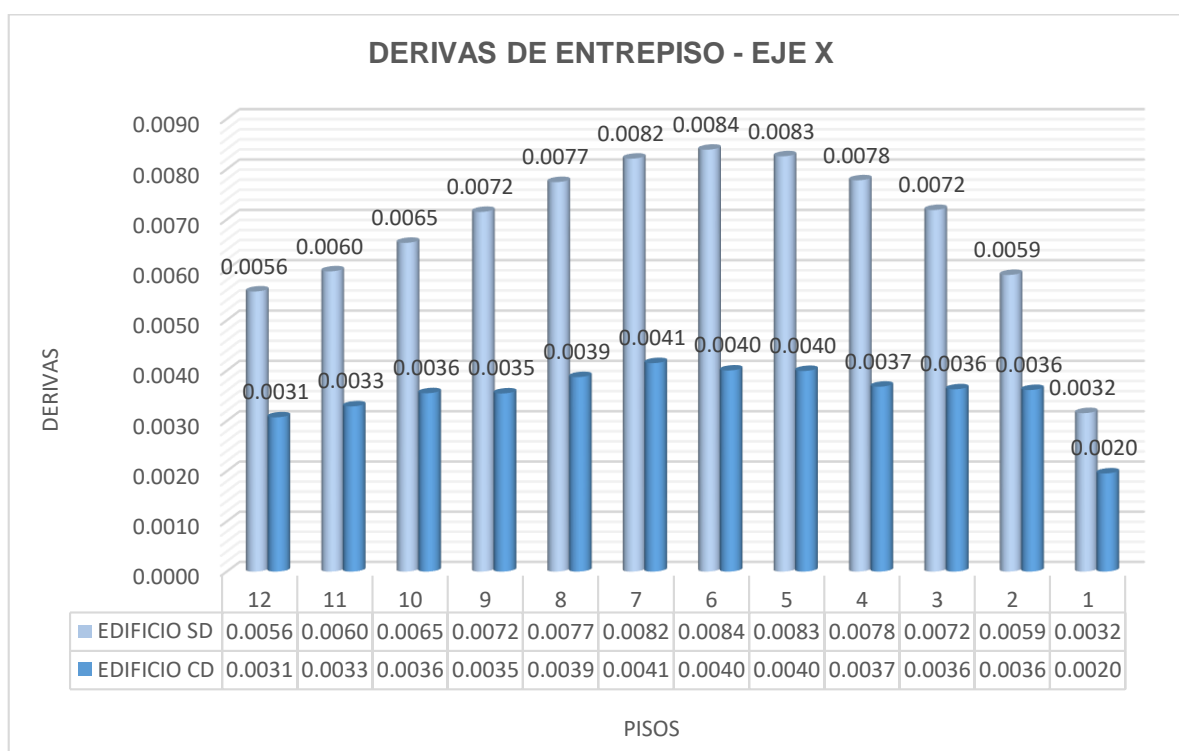
Nota: Elaboración propia.

Se logró reducir en un rango del 47.51% al 55.15% los desplazamientos laterales en el centro de masa, con el uso de disipadores de fluido viscoso.

Al comparar **las derivas o distorsiones de entrepisos** de la edificación de 12 pisos sin disipadores y con disipadores de fluido viscoso con un sismo de diseño de Ica 2007 - Caso 2, se logró reducir las derivas y estar por debajo de la deriva límite de 0.007 de la norma E.030-2018 y a su estar por debajo de la deriva 0.0042 de la metodología HAZUS para un resguardo de vida con un daño moderado, los mismos que se representan en las siguientes tablas:

Tabla 80

Derivas de entrepiso con y sin disipadores de fluido viscoso en el eje X.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 81*Porcentaje de reducción de derivas en el eje X.*

PISO	SIN DISIPADOR	CON DISIPADOR	% REDUCCIÓN
12	0.0056	0.0031	44.88%
11	0.0060	0.0033	44.92%
10	0.0065	0.0036	45.69%
9	0.0072	0.0035	50.42%
8	0.0077	0.0039	50.02%
7	0.0082	0.0041	49.47%
6	0.0084	0.0040	52.29%
5	0.0083	0.0040	51.65%
4	0.0078	0.0037	52.69%
3	0.0072	0.0036	49.52%
2	0.0059	0.0036	38.74%
1	0.0032	0.0020	38.05%

Nota: Elaboración propia.

La deriva máxima de la edificación de 12 pisos sin el uso de disipadores de fluido viscoso es de 0.0084 en el sexto piso, y con el uso de disipadores de fluido viscoso es de 0.0041 en el séptimo piso, logrando reducir las derivas en un rango del 38.05% a 52.69% en la dirección X.

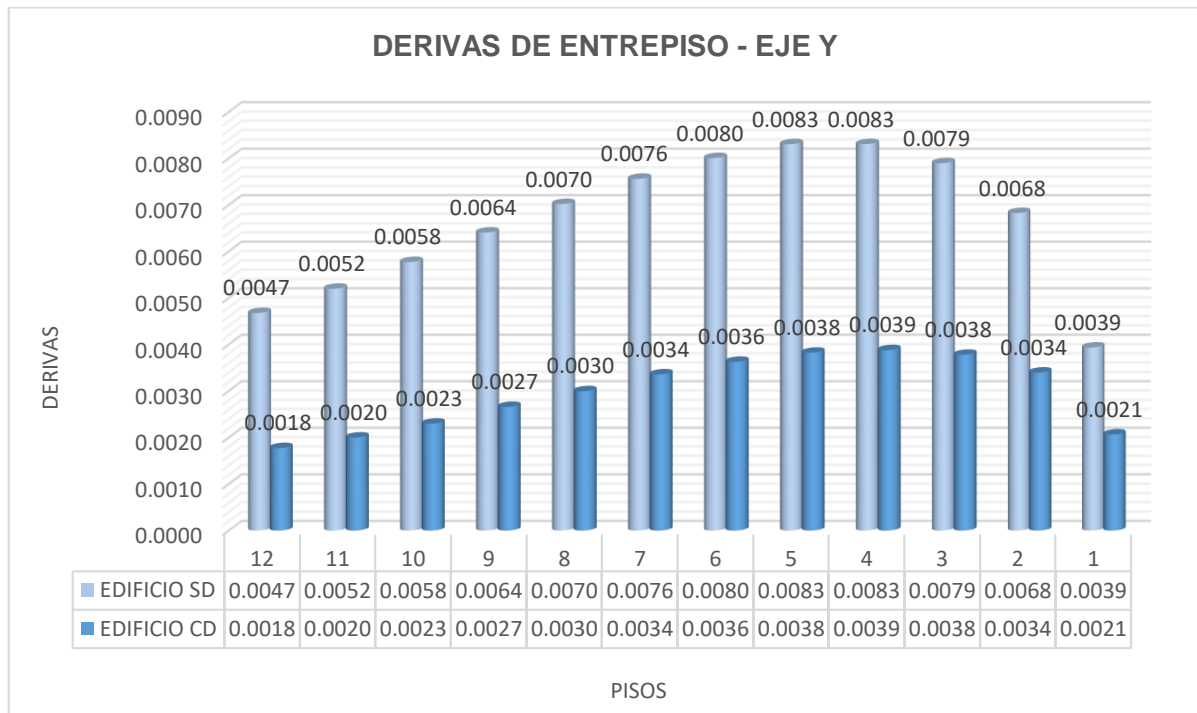
Tabla 82*Derivas de entrepiso con y sin disipadores de fluido viscoso en el eje Y.**Nota:* Elaboración propia.

Tabla 83*Porcentaje de reducción de derivas en el eje Y.*

PISO	SIN DISIPADOR	CON DISIPADOR	% REDUCCIÓN
12	0.0047	0.0018	62.11%
11	0.0052	0.0020	61.55%
10	0.0058	0.0023	60.21%
9	0.0064	0.0027	58.53%
8	0.0070	0.0030	57.35%
7	0.0076	0.0034	55.62%
6	0.0080	0.0036	54.71%
5	0.0083	0.0038	53.98%
4	0.0083	0.0039	53.32%
3	0.0079	0.0038	52.17%
2	0.0068	0.0034	50.25%
1	0.0039	0.0021	47.51%

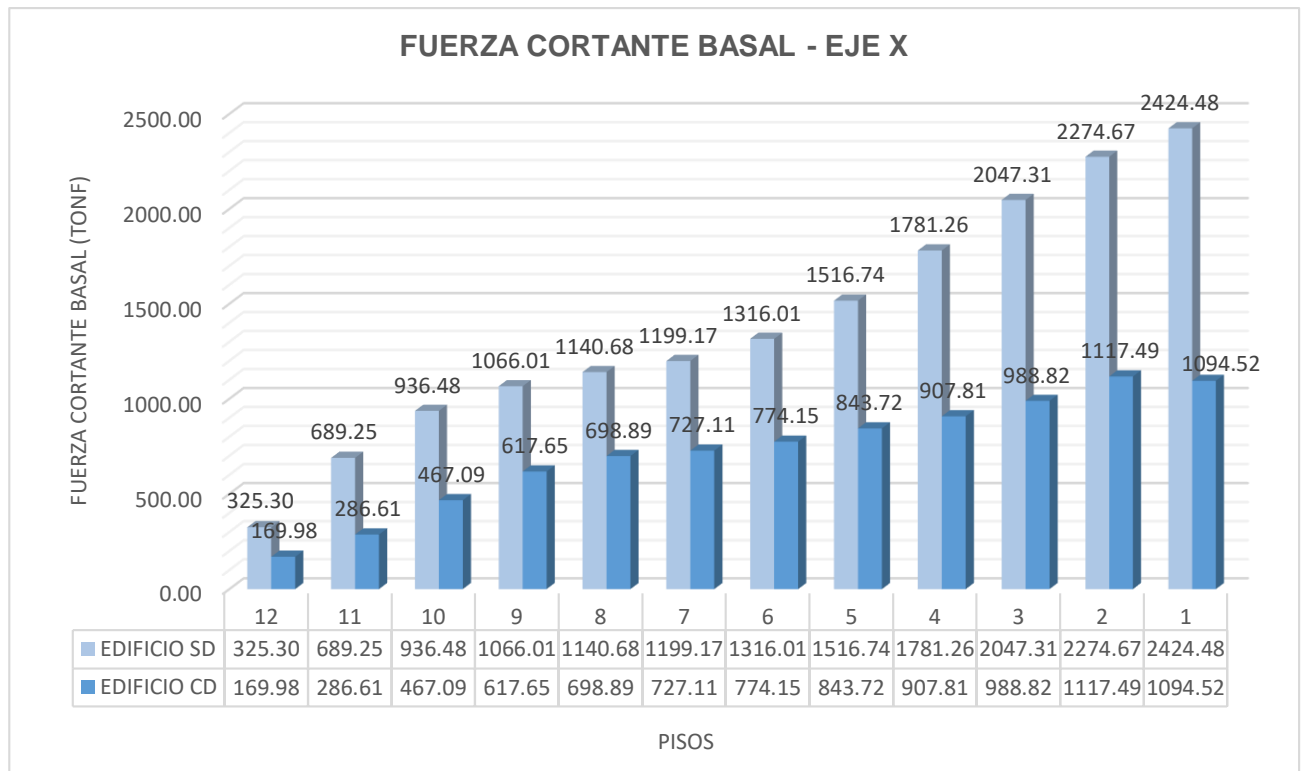
Nota: Elaboración propia.

La deriva máxima de la edificación de 12 pisos sin el uso de disipadores de fluido viscoso es de 0.0083 en el cuarto piso, y con el uso de disipadores de fluido viscoso es de 0.0039 en el cuarto piso, logrando reducir las derivas en un rango del 47.51% a 62.11% en la dirección Y.

Al comparar **las fuerzas cortantes basales** de la edificación de 12 pisos sin disipadores y con disipadores de fluido viscoso con un sismo de diseño de Ica 2007 - Caso 2, se logró reducir las fuerzas cortantes basales, los mismos que se representan en las siguientes tablas:

Tabla 84

Fuerzas cortantes basales con y sin disipadores en el eje X.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 85

Porcentaje de reducción de fuerzas cortantes basales en el eje X.

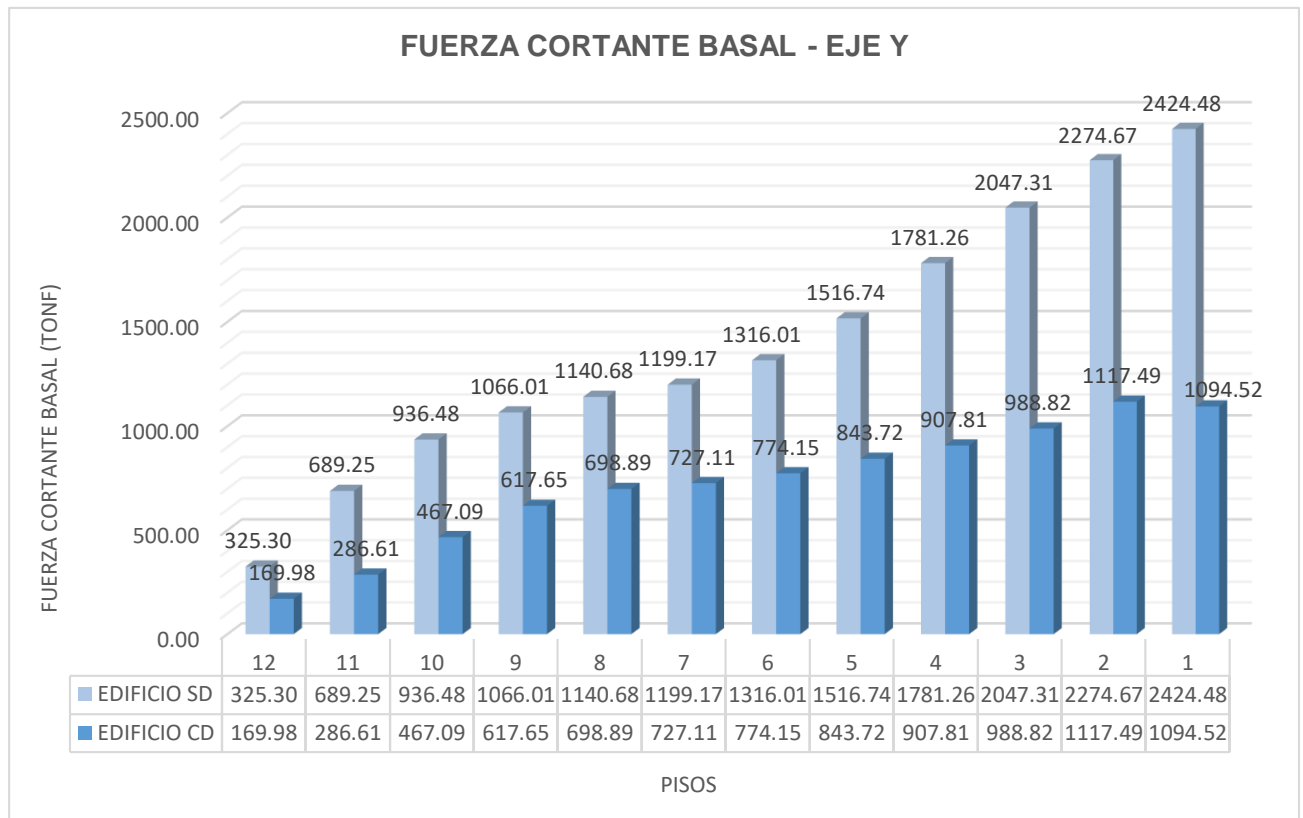
NIVEL	SIN DISIPADOR (Tonf)	CON DISIPADOR (Tonf)	% REDUCCIÓN
12	325.30	169.98	47.75%
11	689.25	286.61	58.42%
10	936.48	467.09	50.12%
9	1066.01	617.65	42.06%
8	1140.68	698.89	38.73%
7	1199.17	727.11	39.37%
6	1316.01	774.15	41.17%
5	1516.74	843.72	44.37%
4	1781.26	907.81	49.04%
3	2047.31	988.82	51.70%
2	2274.67	1117.49	50.87%
1	2424.48	1094.52	54.86%

Nota: Elaboración propia.

Se logró reducir en un rango del 41.17% al 58.42% las fuerzas cortantes basales, con el uso de disipadores de fluido viscoso.

Tabla 86

Fuerzas cortantes basales con y sin disipadores en el eje Y.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 87

Porcentaje de reducción de fuerzas cortantes basales en el eje Y.

NIVEL	SIN DISIPADOR (Tonf)	CON DISIPADOR (Tonf)	% REDUCCIÓN
12	271.83	132.02	51.43%
11	620.32	276.22	55.47%
10	914.96	356.68	61.02%
9	1150.37	459.93	60.02%
8	1329.20	613.12	53.87%
7	1459.73	724.91	50.34%
6	1553.20	825.39	46.86%
5	1616.12	923.40	42.86%
4	1668.78	1016.65	39.08%
3	1845.13	1119.37	39.33%
2	1998.93	1259.42	37.00%
1	2118.28	1317.37	37.81%

Nota: Elaboración propia.

Se logró reducir en un rango del 37.00% al 61.02% las fuerzas cortantes basales, con el uso de disipadores de fluido viscoso.

Contrastación de Hipótesis:

Respecto a la Hipótesis General: Ho

Hipótesis general: La respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, mejora de manera significativa con disipadores de fluido viscoso. En este trabajo de investigación el uso de disipadores de fluidos viscosos incide en la mejora de la respuesta sísmica frente a un sismo severo. Reflejándose esto en los resultados de la reducción de los desplazamientos laterales, distorsiones entrepisos y fuerzas cortantes basales propios de la edificación, en tal sentido que se encuentran dentro de los parámetros establecidos de acuerdo a la Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Por lo tanto, la hipótesis general es aceptada

$H_g = H_o$ = La respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, si mejora de manera significativa con disipadores de fluido viscoso.

Hipótesis Específicas: H1

Hipótesis específica 01: Los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con disipadores de fluido viscoso. De acuerdo a los resultados obtenidos con el uso de disipadores de fluido viscosos si se reducen de manera significativa los desplazamientos laterales en una edificación de 12 niveles, causado por un evento sísmico. Ante ello, se acepta la hipótesis específica planteada.

Hipótesis específica 02: Las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con disipadores de fluido viscoso. De acuerdo a los resultados obtenidos con el uso de disipadores de fluido viscoso si se reducen de manera significativa las distorsiones de entrepisos en una edificación de 12 niveles, causado por un evento sísmico. Ante ello, se acepta la hipótesis específica planteada.

Hipótesis específica 03: Las fuerzas de cortante basal en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con. disipadores de fluido viscoso. De acuerdo a los resultados obtenidos con el uso de disipadores de fluido viscoso si se reducen de manera significativa las fuerzas cortantes basales en una edificación de 12 niveles, causado por un evento sísmico. Ante ello, se acepta la hipótesis específica planteada.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, cabe mencionar que se relaciona con algunas publicaciones desarrolladas previamente y descritas en los antecedentes nacionales, es así que comparando con las tesis elaboradas se tienen:

Discusión 1 - Respuesta sísmica

Palma (2020), Santillán (2019), Montalvo (2019), Martínez (2018) y Álvarez (2017), concuerdan que: Al reforzar las edificaciones con disipadores de fluido viscoso y someterlos a un sismo severo, los daños se reducen significativamente en las edificaciones, esto se verifica con la disminución de desplazamientos laterales, distorsiones de entre piso y fuerzas cortantes basales, entre otros, mejorando la respuesta sísmica. En nuestra investigación se obtuvo como resultado que la mejora de la respuesta sísmica se debe a la utilización de disipadores de fluido viscoso, ello se refleja en la reducción de forma significativa de los desplazamientos laterales, distorsiones de entre piso y fuerzas cortantes basales.

Discusión 2 - Desplazamientos laterales.

Palma (2020), su edificación de 4 pisos y 1 sótano en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó un desplazamiento lateral máximo de 28.70 mm, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 47.01% el desplazamiento lateral máximo a 15.21 mm, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó un desplazamiento lateral máximo de 19.47mm, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 2.88% el desplazamiento lateral máximo a 18.91 mm. Por otro lado, **Santillán (2019)**, menciona que su edificación de 20 pisos y 8 sótanos en la dirección X no utilizó disipadores y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó un desplazamiento lateral máximo de 0.3724 m, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 23.23% el desplazamiento lateral máximo a 0.2859 m. A su vez

Montalvo (2019), menciona que su edificación de 10 pisos en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó un desplazamiento lateral máximo de 0.2734 m, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 39.50% el desplazamiento lateral máximo a 0.1654 m, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó un desplazamiento lateral máximo de 0.1901 m, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 21.31% el desplazamiento lateral máximo a 0.1496 m. En nuestra investigación en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó un desplazamiento lateral máximo de 0.2519 m, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 48.03% el desplazamiento lateral máximo a 0.1309 m, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó un desplazamiento lateral máximo de 0.248 m, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 55.24% el desplazamiento lateral máximo a 0.111 m.

Discusión 3 - Distorsiones de entrepiso.

Palma (2020), su edificación de 4 pisos y 1 sótano en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.0091 sobrepasando el parámetro establecido por la NTP E030 que es de 0.007, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 47.30% la distorsión de entrepiso máxima a 0.0048, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.0061, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 4.91% la distorsión de entrepiso máxima a 0.0058, quedando dentro de los límites establecidos. Por otro lado, **Santillán (2019)**, menciona que su edificación de 20 pisos y 8 sótanos en la dirección X no utilizó disipadores y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.009426 sobrepasando el parámetro establecido por la NTP E030 que es de 0.007, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 26.45% la distorsión de entrepiso máxima a 0.006933, quedando dentro de los límites establecidos. A su vez **Montalvo (2019)**, menciona que su edificación de 10 pisos en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.0105 sobrepasando el parámetro establecido por la NTP E030 que es de 0.007, pero al utilizar los disipadores logra

reducir en un 33.33% la distorsión de entrepiso máxima a 0.007, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.008, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 25.00% la distorsión de entrepiso máxima a 0.006, quedando dentro de los límites establecidos. A mismo **Martínez (2018)**, menciona que su edificación de 7 pisos en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.0174 sobrepasando el parámetro establecido por la NTP E030 que es de 0.007, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 63.22% la distorsión de entrepiso máxima a 0.0064, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.0138, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 55.88% la distorsión de entrepiso máxima a 0.0061, quedando dentro de los límites establecidos. Conjuntamente **Álvarez (2017)**, menciona que su edificación de 9 pisos más azotea en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.011053 sobrepasando el parámetro establecido por la NTP E030 que es de 0.007, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 41.73% la distorsión de entrepiso máxima a 0.006441, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.011053, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 33.95% la distorsión de entrepiso máxima a 0.0073, quedando dentro de los límites establecidos. En nuestra investigación en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.0084, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 51.19% la distorsión de entrepiso máxima a 0.0041, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una distorsión de entrepiso máxima de 0.0083, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 53.01% la distorsión de entrepiso máxima a 0.0039, quedando todos los valores en los pisos por debajo de 0.007.

Discusión 4 – Fuerzas cortantes basales.

Santillán (2019), su edificación de 20 pisos y 8 sótano en la dirección X no utilizó disipadores y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una fuerza cortante basal máxima de 33220.10 Kn, pero al utilizar los

disipadores logra reducir en un 16.56% la fuerza cortante basal máxima a 27721.35 Kn. Por otro lado, **Montalvo (2019)**, menciona que su edificación de 10 pisos en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una fuerza cortante basal máxima de 1120077.77 Kg, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 30.32% la fuerza cortante basal máxima a 777157.94 Kg, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una fuerza cortante basal máxima de 1329320.03 Kg, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 27.38% la fuerza cortante basal máxima a 965445.99 kg. En nuestra investigación en la dirección X sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una fuerza cortante basal máxima de 2424.48 Tonf, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 54.86% la fuerza cortante basal máxima a 1094.52 Tonf, y en la dirección Y sin utilizar disipadores de fluido viscoso alcanzó una fuerza cortante basal máxima de 2118.28 Tonf, pero al utilizar los disipadores logra reducir en un 37.81% la fuerza cortante basal máxima a 1317.37 Tonf.

Se observa que todos los autores citados han obtenido resultados similares, y estos son concordantes con los resultados encontrados en este estudio.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión general:

En la investigación realizada con la edificación de 12 pisos, se llegó a la conclusión general de que el uso de disipadores de fluidos viscosos incide en la mejora de la respuesta sísmica frente a un sismo severo. Reflejándose esto en la reducción de los desplazamientos laterales, distorsiones entrepisos y fuerzas cortantes basales propios de la edificación, cumpliendo con las normas peruanas.

Conclusión específica 1:

Los resultados de la investigación confirman que los disipadores de fluidos viscosos inciden en la reducción significativa de los desplazamientos laterales de una edificación de 12 pisos, determinándose una reducción máxima en el eje X de 0.2518 m a 0.1309 m siendo un 48.01% menor y en el eje Y de 0.248 m a 0.111 m siendo un 55.24% menor.

Conclusión específica 2:

Los resultados de la investigación confirman que los disipadores de fluidos viscosos inciden en la reducción significativa de las distorsiones de entrepisos de una edificación de 12 pisos, determinándose una reducción máxima en el eje X de 0.0084 a 0.0041 siendo un 51.19% menor y en el eje Y de 0.0083 a 0.0039 siendo un 53.01% menor.

Conclusión específica 3:

Los resultados de la investigación confirman que los disipadores de fluidos viscosos inciden en la reducción significativa de las fuerzas cortantes basales de una edificación de 12 pisos, determinándose una reducción máxima en el eje X de 2424.48 Tonf a 1094.52 Tonf siendo un 54.86% menor y en el eje Y de 2118.28 Tonf a 1317.37 Tonf siendo un 37.81% menor..

VII. RECOMENDACIONES

Al corroborarse que el uso de los disipadores de fluido viscoso influye en la mejora de la respuesta sísmica de una edificación de 12 pisos de Puno, se da como primera recomendación que se implemente este apartado en la NTP E030 para que se aplique a todas las edificaciones que lo requieran para que garanticen un resguardo de vida mayor a nivel nacional.

Se recomienda utilizar disipadores de fluido viscoso porque el desplazamiento lateral se reducirá debido al buen posicionamiento de estos en los pórticos de la edificación, visualizando el correcto comportamiento de la curva de histéresis que presentan los disipadores para ver si realmente funcionan.

Se recomienda el uso de los disipadores de fluido viscoso para una obtener una significativa reducción de las distorsiones de entrepiso para no sobrepasar las distorsiones tiene que estar dentro de los rangos permisibles de la norma, brindando un mejor reforzamiento de las edificaciones

Se recomienda el uso de los disipadores para una obtener una significativa reducción de las fuerzas cortantes colocar la cantidad necesaria de disipadores para absorber el porcentaje de energía previsto obteniendo una buena adjudicación del amortiguamiento.

REFERENCIAS

- Aguiar, R., Zevallos, M., Palacios, J., Garcia, L., & Menendez, E. (2016,). *Reforzamiento de Estructuras con Disipadores de Energia Terremoto de Ecuador del 16 de Abril de 2016*. (I. P. IPGH, Ed.) Ecuador.
- Aguilar, P. S., & Arias, S. G. (2019). Propuesta de Reforzamiento de un Edificio Afectado en el Sismo del 16 de Abril de 2016 Ubicado en la Ciudad de Portoviejo Utilizando Disipadores de Energia de Fluido Viscoso. (*tesis Maestria*). Escuela Politecnica Nacional, Quito.
- Alireza, H. (2015). Types of Dampers and their Seismic Performance Durig an Earthquake. *Current World Environment*, 10, 1002-1015. Obtenido de [http://www.cwejournal.org/pdf/vol10noSpecial/CWE_Vol10_Spl\(1\)_p_1002-1015.pdf](http://www.cwejournal.org/pdf/vol10noSpecial/CWE_Vol10_Spl(1)_p_1002-1015.pdf)
- Alvarez, C. F. (2017). Análisis y diseño de disipadores sísmicos de Fluidos Viscoso para control de la respuesta Sismica de Edificaciones en Huancayo 2017. (*Tesis Pregrado*). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, Huancayo.
- ASCE/SEI 7-10. (2010). *Minimun Design Loads For Buildings and Other Structures*. U.S.A: AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS.
- Ayala, R. I., Delgadillo, A., & Ferrer, C. (2017). Amenaza Sismica en Latinoamerica. *Geografica venezolana*, 58(2), 258-262. Obtenido de <https://www.redalyc.org/revista.oa?id=3477>
- Azuncion, L. Z. (2016). Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en sap2000. (*Tesis Pregrado*). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Bazan , E., & Meli, R. (1990). *Manual de Diseño Sismico de Edificio*. Mexico: Noriega.
- CDV INGENIERIA ANTISISMICA. (2016). <https://www.cdvperu.com/nuestros-productos/>. (AISLADORES DE CAUCHO NATURAL Y DISIPADORES VISCOSOS)
- Chavez, J. P. (2017,). *Diseño Sismorresistente de Edificios con Disipadores de Fluido Viscoso*. (J. P. Chavez Aguirre, Ed.) Lima: Grupo Universitario S.A.C. Obtenido de 9786120027752

- Chopra, A. (2012). *Dynamics of Structures (Theory and Applications to Earthquake Engineering)*. California- United States of America: Fourth. Obtenido de <http://faculty.tafreshu.ac.ir/file/download/course/1587566331-dynamic.of.structures.chopra.4th-www.ucivil.ir.pdf>
- Crisafulli, F. J. (2018,). *Diseño Sismoresistente de Construcciones de Acero*. (alacero, Ed.) Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.
- Delgado, g. (2011). *Dinamica Estructural* (primera ed.). Lima: EDICIVIL.S.R.Ltda.
- Delgado, G. (2011). *Diseño de Estructurs Aporticadas de Concreto Armado* (Novena ed.). Lima: EDICIVILS.R.Ltda.
- El Comercio. (1 de 03 de 2019). *Puno: sismo de magnitud 7,0 se registró en la provincia de Azángaro*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú (IGP): <https://elcomercio.pe/peru/puno/puno-sismo-magnitud-7-0-registro-provincia-azangaro-igp-noticia-nndc-612505-noticia/>
- FEMA-273. (1997). *Nehrp Guidelines For The Seismic Rehabilitation Of Buildings*. Washingto- EE.UU.
- Gallardo, E. E. (2017). *Metodologia de la Invistigacion* (Universidad continental ed.). (E. E. Gallardo Echenique, & M. A. Cordova Solis, Edits.) Huancayo, Peru.
- Gomez, D. C. (2020). Evaluacion del Coefiicente de Disipadores de Energia R en Edificaciones de Concreto Reforzado con Disipadores de Energia Viscoso Ubicados en Zona de Amenaza Sismica Alto. (*tesis Magister*). Univercidad Nacional de Colombia, colombia, Bogota.
- Gomez, J. J. (2018). Pruebas Experimentales en un Marco de Concreto Reforzado Equipado con Disipadores de Energia Sismica. (*tesis pregrado*). Univercidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexico.
- Grases, J., Lopez, O., & Hernandez, J. J. (1984). *Edificaciones Sismoresistente (Manual de Aplicacion de las Normas)*. Venezuela: Fundor.
- Gutierrez, D. (2017). Apunte de Analisis Estructural 2. En D. G. Calazoda.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (Sexta ed.). Mexico.
- Hwang, J. S. (2002). Seismic Design of Structures with Viscous Dampers. *National Taiwan University of Science and Technology*. Obtenido de file:///C:/Users/SIMAX.NET/Downloads/Seismic_Design_of_Structures_with_Viscous_Dampers.pdf

- Jara, J. (2009). Seismic response of buildings with energy dissipating systems built in soft soils. *Engineering Structures* 31, 1204-1216. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2009.01.015>
- La Republica. (31 de 05 de 2020). *Sismo de 5.8 grados se registró en Puno*. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/2020/05/31/temblor-en-puno-hoy-31-de-mayo-de-2020-donde-fue-el-epicentro-del-ultimo-sismo-en-peru-de-hace-unos-minutos-igp-twitter-mdga/>
- Labastida, F., & Ruiz de Teresa, G. (1999). *Curso Sobre Diseño y Construcción Sismoresistente de Estructuras*. (O. Zepeda, Ed.) Mexico.
- Lee, D. A., & Taylor, D. P. (s.f.). *Viscous Damper Development And Future Trends*. U.S.A. Obtenido de <https://www.taylordevices.com/wp-content/uploads/65-Viscous-Damper-Dev.pdf>
- Lee, D. A., & Taylor, D. P. (n.d.). VISCOUS DAMPER DEVELOPMENT AND FUTURE TRENDS. 5. Retrieved from 141200748
- Li, Y. w., Li, G. Q., Jiang, J., & Sun, F. F. (2018). Mitigating seismic response of RC moment resisting frames using steel energy-dissipative columns. *Engineering Structures* 174, 586-600. Obtenido de <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.07.097>
- Li, Y. W., Li, G. Q., Jiang, J., & Wang, Y. B. (2019). Use of energy-dissipative rocking columns to enhance seismic performance of buckling-restrained braced frames. *Journal of Constructional Steel Research* 159, 548-559. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2019.04.041>
- Lopez, O. A. (2014). *Guía para la Evaluación de Edificación Existente con Fines de Adecuación Sísmica*. (C.-B. d. Latina, Ed.) Caracas.
- Montalvo, M. S. (2019). Comportamiento sísmico de una edificación de 10 niveles con sistema dual y disipador de fluido viscoso, Lima 2019. (*Tesis Pregrado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Navarro, F. (2017). Comparación de las respuestas dinámicas en estructuras con y sin disipadores de energía pasivos de fluido viscoso en la zona sísmica cuatro. (*Tesis Pregrado*). Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Oviedo, J. A., & Duque, M. (6 de Diciembre de 2006). Sistemas de Control de Respuesta Sísmica en Edificaciones. (R. EIA, Ed.) *Revista EIA*, 105-120, doi: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149216907009>.

- Palma, A. D. (2020). Estudio comparativo de respuesta sísmica utilizando disipadores de energía de fluido viscoso en la municipalidad provincial de Oyón - 2020. (*Tesis Pregrado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Peña, L. P., & Carvalho, G. (2015). Influence of the concrete structural configuration in the seismic response. *Ibracon de Estruturas e materiais*, 8(6), 800-826. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952015000600813&lng=pt&tlng=pt
- Ramos, L. D., & Rodriguez, F. H. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño de reforzamiento estructural implementando disipadores de fluido viscoso en la vivienda multifamiliar de 8 niveles, Santiago de Surco. (*Tesis Pregrado*). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Ras, A., & Baumechra, N. (2016). Seismic energy dissipation study of linear fluid viscous dampers in steel structure design. *Alexandria Engineering Journal*, 55, págs. 2821-2832. Obtenido de file:///C:/Users/SIMAX-NET/Downloads/Seismic_energy_dissipation_study_of_linear_fluid_v.pdf
- Razo, D. G., & Garcia, O. (2020). Evaluación Integral de la Seguridad Estructural de Edificaciones Existentes Dañadas Por Sismos de Gran Magnitud. *Revista de Ingeniería Sísmica*(104), 51-71.
- RNE. (2019,). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. Lima: Megabyte S.A.C.
- Sadek, F., Mohraz, B., Taylor, A., & Chung, R. (1996). Passive energy dissipation devices for seismic applications. *U.S. Department of Commerce*. Laboratorio de Investigación de Incendios y Edificación, , Maryland.
- Santillan, A. J. (2019). Respuesta sísmica de la Disposición de Disipadores de Fluido Viscoso en el Edificio Nueva Sede, Lima, 2019. (*tesis pregrado*). UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Lima.
- Sencico-E.030. (2017,). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. (SENCICO, Ed.) Lima.
- Symans, M., & Constantinou, M. (1993). Experimental Study of Seismic Response Of Buildings With Supplemental Fluid Dampers. *THE STRUCTURAL DESIGN OF TALL BUILDINGS*. Department of Civil Engineering, State University of New York, Buffalo, U.S.A. Obtenido de [152](https://cpb-us-</p>
</div>
<div data-bbox=)

e1.wpmucdn.com/blogs.rice.edu/dist/2/1930/files/2012/10/4320020203_ftp.pdf

- Tafur, E. (2018). Análisis sísmico comparativo del pabellón de aulas de la facultad de ingeniería civil y ambiental de la universidad nacional Toribio rodríguez de mendoza de amazonas, con y sin disipadores de fluido viscoso, chachapoyas – 2017. (*Tesis Pregrado*). Universidad Nacional Turibio Rodriguez de Mendoza de Amazonas, Amazonas.
- Tavera, H. (2014). *Evaluacion del peligro asociado a los sismos y Efectos Secundarios en Peru*. Lima: Instituto Geofisico del Peru.
- Valderrama, S. (2018). *Pasos Para Elaborar Proyectos de Invistigacion Cientifica* (Novena Reimpresion ed.). Lima: San Marcos E. I. R. L.
- Valdez, C. I. (2019). Análisis y diseño estructural de un edificio utilizando disipadores de energía de fluido viscoso. (*Tesis Pregado*). Universidad Catolica de santa Maria, Arequipa.
- Villarreal, G., & Dias La Rosa, M. (2016). *Edificaciones con Disipadores Viscoos* (Setima 2016 ed.). (G. Villarreal Castro, Ed.) Lima: Imprenta Grafico Norte S.R.L.
- Wang, S. (2017). Enhancing seismic performance of tall buildings by optimal design of supplemental energy-dissipation devices. (*Tesis Doctorado*)-*Doctor of Philosophy in-Engineering – Civil and Environmental Engineering*. University of California, Berkeley, U.S.A - California.
- Xavier, C. R. (2014). Uso de disipadores viscosos en edificios de hormigón armado en la ciudad de Guayaquil para el mejoramiento del desempeño sísmico. (*tesis Pregrado*). Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Zeller, E. (1997). *FEMA 274-NEHRP COMMENTARY ON THE GUIDELINES FOR THE SEISSMC REHABILITATION OF BUILDINGS*. Washington, G.C.

ANEXOS

- **Anexo N° 01:** Matriz de Consistencia.
- **Anexo N° 02:** Matriz de Operacionalización de variables.
- **Anexo N° 03:** Instrumento de recolección de datos.
- **Anexo N° 04:** Ficha de validación del instrumento de investigación.
- **Anexo N° 05:** Estudio de mecánica de suelos.
- **Anexo N° 06:** Nomenclaturas.
- **Anexo N° 07:** Ecuaciones.
- **Anexo N° 08:** Diseño sismorresistente NTP E.030.
- **Anexo N° 09:** Hoja técnica de los disipadores Taylor.
- **Anexo N° 10:** Solicitud y constancia de permiso.
- **Anexo N° 11:** Planos de la edificación.

Anexo N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021”							
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Problema general.-	Objetivo general.-	Hipótesis general.-	Variable Independiente				
¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso mejoran la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021?	Determinar la mejora de la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso.	La respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, mejora de manera significativa con disipadores de fluido viscoso.	Disipadores de fluido viscoso	- Amortiguamiento	-% de amortiguamiento	Ficha de registro de datos	Enfoque: Cuantitativo
				-Balance energético	-% de disipación de energía	Ficha de registro de datos	Tipo: Aplicada
				- Comportamiento histerético	-Máximo stroke	Ficha de registro de datos	Nivel: Descriptivo correlacional - Causal
Problemas específicos.-	Objetivos específicos.-	Hipótesis específicas.-	Variable Dependiente				
1) ¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso reducen los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021?	1) Determinar la reducción de los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso.	1) Los desplazamientos laterales en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con disipadores de fluido viscoso.	Respuesta sísmica	- Desplazamientos laterales	-Peso de la estructura -Altura de la edificación (mm o cm)	Ficha de registro de datos Etabs v.18.0.2 (NTP-E.030)	Diseño: Diseño no experimental - transversal
2) ¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso reducen las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021?	2) Determinar la reducción de las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso.	2) Las distorsiones de entrepiso en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con disipadores de fluido viscoso.		-Distorsiones de entrepiso	-Desplazamiento relativo -Altura de entrepiso (es un valor adimensional)	Ficha de registro de datos Etabs v.18.0.2 (NTP-E.030)	Población: Edificaciones de la ciudad de Puno. Muestra: Edificación de 12 pisos
3) ¿De qué manera los disipadores de fluido viscoso reducen la fuerza cortante basal en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021?	3) Determinar la reducción de la fuerza cortante basal en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, con disipadores de fluido viscoso.	3) Las fuerzas de cortante basal en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021, reducen de manera significativa con disipadores de fluido viscoso.		-Fuerza cortante basal	-Aceleración espectral -Centro de masas (Ton-f)	Ficha de registro de datos Etabs v.18.0.2 (NTP-E.030)	Muestreo: NO probabilístico - intencional. Técnica e instrumentos de recolección de datos: Fuentes primarias Técnica: Observación Instrumento: Ficha de registro de datos

Anexo N° 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: “DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021”					
VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Disipadores de Fluido Viscoso (Independiente)	Son estructuras metálicas que se acoplan a los pórticos de las estructuras y tienen como propósito disipar la energía producida por un evento natural ya sea un sismo, fuerzas del viento, etc., de manera que los elementos estructurales convencionales como son vigas, columnas no se vean exigidos, teniendo como ventajas el aumento del amortiguamiento, disipación de energía sísmica y comportamiento histerético. (Villarreal y Oviedo, 2009)	Esta variable se definió mediante 3 dimensiones; amortiguamiento, disipación de energía sísmica y comportamiento histerético, esto permitió determinar si los disipadores de fluido viscoso influyen en la reducción de la respuesta sísmica de una edificación de 12 pisos y se midió mediante una ficha de registro de datos	Amortiguamiento	-% de amortiguamiento	De razón
			Balance energético	-% de disipación de energía	De razón
			Comportamiento histerético	-Máximo stroke	De razón
Respuesta Sísmica (Dependiente)	La respuesta sísmica es la forma como las estructuras responden a los movimientos del terreno y sus efectos causados por un sismo, según sus características estas se enfocan en los desplazamientos laterales, distorsiones de entrepiso y la fuerza cortante basal. (Chopra, 2014)	Esta variable se definió mediante 3 dimensiones; distorsiones de entrepiso, desplazamientos laterales y la fuerza cortante basal, esto permitió determinar si los disipadores de fluido viscoso influyen en la reducción de la respuesta sísmica de una edificación de 12 pisos y se midió mediante una ficha de registro de datos.	Desplazamientos laterales	-Peso de la estructura -Altura de la edificación	De razón
			Distorsiones de entrepiso	-Desplazamiento relativo -Altura de entrepiso	De razón
			Fuerza cortante basal	-Aceleración espectral -Centro de masas	De razón


Anexo N° 03: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE REGISTRO DE DATOS							
I. DATOS INFORMATIVOS:							
TÍTULO		:"Disipadores de Fluido Viscoso Para Mejorar la Respuesta Sísmica en una Edificación de 12 Pisos en Puno - 2021"					
UBICACIÓN		: Ciudad de Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.					
V. INDEPENDIENTE		: Disipadores de fluido viscoso					
V.DEPENDIENTE		: Respuesta sísmica					
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN		: Diseño no experimental - transversal					
PERIODO		: 2021					
II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:							
N° DE PISOS		: 12					
ALTURA TOTAL		: 36.50 m					
ZONIFICACIÓN		: 03					
USO		: Hotel					
III. ASPECTO DEL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN:							
3.1. EDIFICACIÓN SIN INCORPORACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO							
V. DEPENDIENTE		DIMENSIÓN 1		DIMENSIÓN 2		DIMENSIÓN 3	
CASO 1		DESPLAZAMIENTOS LATERALES (m)		DISTORSIONES DE ENTREPISO		FUERZA DE CORTE BASAL (Tonf)	
NIVELES DE PISO		EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y
PISO	12						
PISO	11						
PISO	10						
PISO	9						
PISO	8						
PISO	7						
PISO	6						
PISO	5						
PISO	4						
PISO	3						
PISO	2						
PISO	1						
3.2. EDIFICACIÓN CON INCORPORACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO							
V. DEPENDIENTE		DIMENSIÓN 1		DIMENSIÓN 2		DIMENSIÓN 3	
CASO 1		DESPLAZAMIENTOS LATERALES (m)		DISTORSIONES DE ENTREPISO		FUERZA DE CORTE BASAL (Tonf)	
NIVELES DE PISO		EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y
PISO	12						
PISO	11						
PISO	10						
PISO	9						
PISO	8						
PISO	7						
PISO	6						
PISO	5						
PISO	4						
PISO	3						
PISO	2						
PISO	1						


Anexo N° 03: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE REGISTRO DE DATOS							
I. DATOS INFORMATIVOS:							
TÍTULO		:"Disipadores de Fluido Viscoso Para Mejorar la Respuesta Sísmica en una Edificación de 12 Pisos en Puno - 2021"					
UBICACIÓN		: Ciudad de Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.					
V. INDEPENDIENTE		: Disipadores de fluido viscoso					
V.DEPENDIENTE		: Respuesta sísmica					
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN		: Diseño no experimental - transversal					
PERIODO		: 2021					
II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:							
N° DE PISOS		: 12					
ALTURA TOTAL		: 36.50 m					
ZONIFICACIÓN		: 03					
USO		: Hotel					
III. ASPECTO DEL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN:							
3.1. EDIFICACIÓN SIN INCORPORACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO							
V. DEPENDIENTE		DIMENSIÓN 1		DIMENSIÓN 2		DIMENSIÓN 3	
CASO 1		DESPLAZAMIENTOS LATERALES (m)		DISTORSIONES DE ENTREPISO		FUERZA DE CORTE BASAL(Tonf)	
NIVELES DE PISO		EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y
PISO	12	0.2519	0.248	0.0056	0.0047	325.30	271.83
PISO	11	0.2352	0.234	0.0060	0.0052	689.25	620.32
PISO	10	0.2172	0.218	0.0065	0.0058	936.48	914.96
PISO	9	0.1976	0.201	0.0072	0.0064	1066.01	1150.37
PISO	8	0.1762	0.181	0.0077	0.0070	1140.68	1329.20
PISO	7	0.1529	0.160	0.0082	0.0076	1199.17	1459.73
PISO	6	0.1283	0.138	0.0084	0.0080	1316.01	1553.20
PISO	5	0.1031	0.114	0.0083	0.0083	1516.74	1616.12
PISO	4	0.0784	0.089	0.0078	0.0083	1781.26	1668.78
PISO	3	0.0550	0.064	0.0072	0.0079	2047.31	1845.13
PISO	2	0.0335	0.040	0.0059	0.0068	2274.67	1998.93
PISO	1	0.0158	0.020	0.0032	0.0039	2424.48	2118.28
3.2. EDIFICACIÓN CON INCORPORACIÓN DE DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO							
V. DEPENDIENTE		DIMENSIÓN 1		DIMENSIÓN 2		DIMENSIÓN 3	
CASO 1		DESPLAZAMIENTOS LATERALES (m)		DISTORSIONES DE ENTREPISO		FUERZA DE CORTE BASAL (Tonf)	
NIVELES DE PISO		EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y	EJE X-X	EJE Y-Y
PISO	12	0.1309	0.111	0.0031	0.0018	169.98	132.02
PISO	11	0.1217	0.106	0.0033	0.0020	286.61	276.22
PISO	10	0.1119	0.100	0.0036	0.0023	467.09	356.68
PISO	9	0.1012	0.093	0.0035	0.0027	617.65	459.93
PISO	8	0.0906	0.085	0.0039	0.0030	698.89	613.12
PISO	7	0.0790	0.076	0.0041	0.0034	727.11	724.91
PISO	6	0.0665	0.066	0.0040	0.0036	774.15	825.39
PISO	5	0.0545	0.055	0.0040	0.0038	843.72	923.40
PISO	4	0.0425	0.043	0.0037	0.0039	907.81	1016.65
PISO	3	0.0315	0.032	0.0036	0.0038	988.82	1119.37
PISO	2	0.0206	0.021	0.0036	0.0034	1117.49	1259.42
PISO	1	0.0098	0.010	0.0020	0.0021	1094.52	1317.37


Anexo N° 04: FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto		: Mg. Ing. AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO				
Título y/o Grado académico		: Doctor () Magister (X) Licenciado () Otros ()				
Institución		: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				
Nombre del Instrumento		: Ficha de registro de datos				
Autor del Instrumento		: Bach. Harold Uriel Abarca Vargas, Bach. Wilson Condori Huanacuni				
Título de la Investigación		:"Disipadores de fluido viscoso para mejorar la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021"				
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.					
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.					
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
<p>_____ CONFORME _____</p> <p>_____</p>						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:						
Lima, 01/07/2021	177295				961821545	
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto			Celular	

Anexo N° 04: FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto	: Mg. Ing. SEGURA TERRONES LUIS ALBERTO					
Título y/o Grado académico	: Doctor () Magister (X) Licenciado () Otros ()					
Institución	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
Nombre del Instrumento	: Ficha de registro de datos					
Autor del Instrumento	: Bach. Harold Uriel Abarca Vargas, Bach. Wilson Condori Huanacuni					
Título de la Investigación	:"Disipadores de fluido viscoso para mejorar la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021"					
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.					
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.					
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
<div></div> <div></div>						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:						
Lima, ____01/07/2021____	155963				994489955	
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto			Celular	

Anexo N° 04: FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto	: Mg. Ing. SIGUENZA ABANTO, ROBERT WILFREDO					
Título y/o Grado académico	: Doctor () Magister (X) Licenciado () Otros ()					
Institución	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
Nombre del Instrumento	: Ficha de registro de datos					
Autor del Instrumento	: Bach. Harold Uriel Abarca Vargas, Bach. Wilson Condori Huanacuni					
Título de la Investigación	:"Disipadores de fluido viscoso para mejorar la respuesta sísmica en una edificación de 12 pisos en Puno - 2021"					
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.					
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.					
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
<div></div> <div></div>						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:						
Lima, __ 01/07/2021__	183332				917195547	
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto			Celular	



**MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.**

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y
PATRONES DE REFERENCIA



ESTUDIO DE MECÁNICA DE CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO:

“DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021”

**SOLICITANTE: ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y
CONDORI HUANACUNI, WILSON**

TESIS: DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021
 ENSAYO: SPT-04
 ESTRATO: E-4 PROIE. 00-42
 MAYO 2021

MAYO DEL 2021

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y
PATRONES DE REFERENCIA



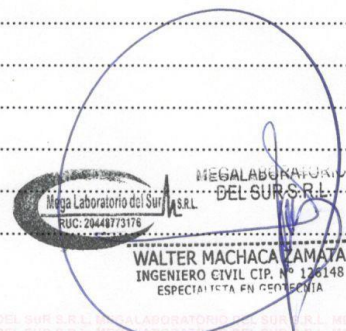
INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

“DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA
SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021”

ÍNDICE

I.	ASPECTOS GENERALES	3
1.1.	NOMBRE DEL PROYECTO	3
1.2.	UBICACIÓN POLÍTICA	3
II.	GENERALIDADES	3
2.1.	INTRODUCCIÓN	3
2.2.	UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
III.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	4
3.1.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO	4
3.2.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO	4
IV.	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	5
4.1.	RECOPIACIÓN DE DATOS	5
4.2.	FASE DE CAMPO Y LABORATORIO	5
4.3.	FASE DE GABINETE	5
V.	SISMICIDAD	7
5.1.	SISMICIDAD	7
5.1.1.	ZONIFICACIÓN SISMICA	7
5.1.2.	SISMICIDAD REGIONAL	8
5.1.3.	SISMICIDAD HISTÓRICA	9
5.1.4.	PELIGRO SÍSMICO	10
VI.	GEOTÉCNIA DEL PROYECTO	14
6.1.	INTRODUCCIÓN	14
6.2.	NORMATIVIDAD	14
6.3.	INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS	14



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



6.3.1.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	14
6.4.	TRABAJOS DE CAMPO	15
6.4.1.	ENSAYO SPT	15
6.4.2.	PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS SPT	16
	SUSTENTACIÓN DE CALCULOS PARA EL ENSAYO SPT	17
6.5.	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	18
6.5.1.	RESULTADOS DE LABORATORIO	18
6.5.2.	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	20
6.5.3.	RESULTADOS DEL ENSAYO SPT	21
6.5.	DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS	24
07.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



I. ASPECTOS GENERALES

1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

"DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021"

1.2. UBICACIÓN POLÍTICA

REGIÓN : PUNO
PROVINCIA : PUNO
DISTRITO : PUNO
UBICACIÓN : URBANIZACIÓN BARRIO MANTO.

II. GENERALIDADES

2.1. INTRODUCCIÓN

Los autores de la tesis **Abarca Vargas, Harold Uriel y Condori Huanacuni, Wilson** en coordinación con el asesor **Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto**, se viene realizando los estudios del ensayo SPT, con la finalidad de verificar la capacidad de soporte de suelo del proyecto en ejecución de nombre: "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021"; y como tal viene haciendo los estudios geotécnicos, con el fin de concluir cada uno de los.

2.2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra Ubicación en el centro poblado de salcedo en EL Jr. San Luis de Alva del barrio manto, con ubicación de coordenada E= 390,913.55, N= 8'245,806.64 y Z=3,942msnm, en la urbanización barrio manto del distrito de Puno, Provincia y Departamento de Puno.

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACANZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126448
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



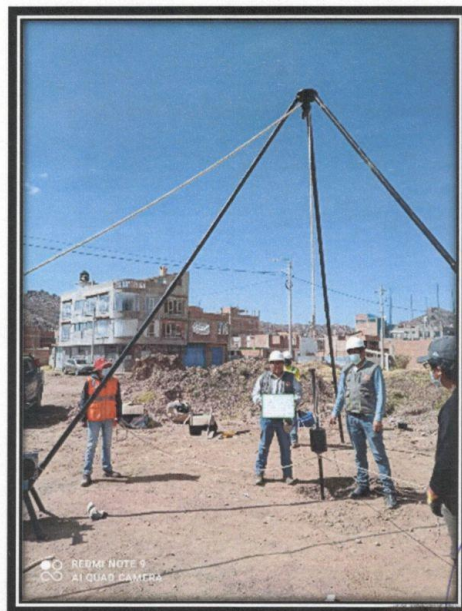
III. OBJETIVOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

3.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO

- Conocer las características Geológicas y Geomorfológicas de la zona de influencia del presente proyecto.
- Definir las condiciones de Geodinámica de la zona de influencia del proyecto, determinando la posible ocurrencia de erosión, deslizamientos, asentamientos diferenciales, áreas de filtraciones y otros desplazamientos de masas que puedan tener incidencia en el área de construcción del presente proyecto.
- Analizar las condiciones de sensibilidad sísmica de la zona.

3.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

El presente trabajo tiene por objeto describir las propiedades mecánicas y físicas del suelo tales como: clase de suelo, capacidad portante del suelo por el método de ensayo de sondeo de SPT, perfil estratigráfico del suelo y subsuelo a través del estudio realizado, a través de los ensayos Ex Situ de laboratorio tal como los de contenido de humedad, análisis granulométrico, contenido de humedad y límites de consistencia, esto para determinar la clasificación de suelos mediante los sistemas SUCS y AASTHO.



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP N° 226148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



IV. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1. RECOPIACIÓN DE DATOS

Se hizo la recopilación bibliográfica, selección y evaluación de la información general desde el punto de vista geológico-geotécnico.

Análisis y evaluación de la documentación referente al proyecto.

Obtención de información geológica-geotécnica, cartográfica y topográfica

Entre la documentación disponible revisada; que contiene algunos rubros de información geológica y otra, relacionada directa o indirectamente con la zona de Estudio, se pueden mencionar las siguientes:

- Cuadrángulos de ACORA Hoja 32 - X del INGEMMET, a la escala 1:100,000
- Estudio integrado del Norte
- Estudio Geológico de la región norte del lago Titicaca (INGEOMIN)

4.2. FASE DE CAMPO Y LABORATORIO

Se realizó un muestreo sistemático en el lugar estratégico y representativo previo a un programa diseñado para cada uno de las estructuras que contendrá el proyecto en estudio y la descripción del terreno y las respectivas pruebas de acuerdo a la magnitud del proyecto, la profundidad alcanzada obedece a la intensidad y tipo de suelo. La ubicación para el ensayo SPT nos permitió obtener información confiable y representativa de los suelos potencialmente considerados como la profundidad de desplante.

Se hizo la extracción de muestras representativas de suelos extraídas de la cuchara muestreadora para luego ser depositados en bolsas de polietileno con su respectiva tarjeta de identificación, para luego ser remitidas al laboratorio de Mecánica de Suelos.

Llegada las muestras al laboratorio se procedió a procesar cada una de ellas siguiendo para la obtención de datos confiables siguiendo las pautas del reglamento nacional de edificaciones.

4.3. FASE DE GABINETE

Con los datos obtenidos de las perforaciones (calicatas) y la descripción del terreno, se han realizado la interpretación de la geología y geotecnia del subsuelo de la zona del emplazamiento de las infraestructuras que contendrá el proyecto en estudio, información con la que se ha confeccionado los planos, perfiles y secciones geológicas respectivas, se efectuó la clasificación de los suelos y canteras; finalmente se ha elaborado el informe final del estudio en mención.

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 176148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL C.P. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

6

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: Jr. Ancash 456

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



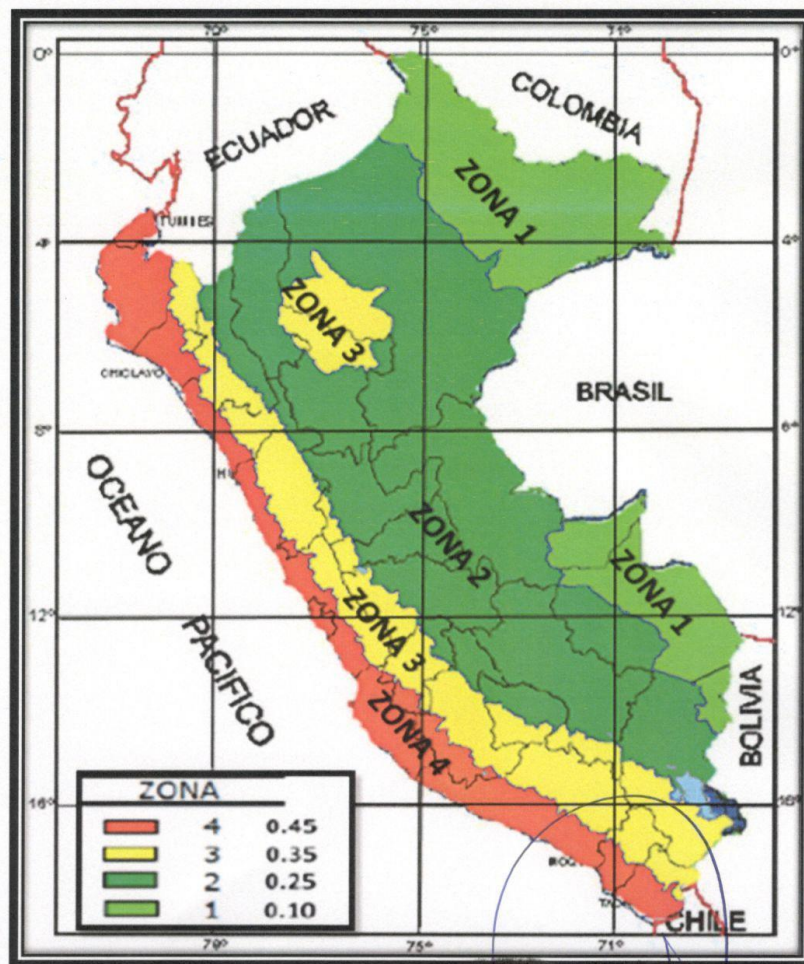
V. SISMICIDAD

5.1. SISMICIDAD

La destrucción que acompaña un movimiento sísmico, tiene incalculables consecuencias en todo el ámbito de la sociedad y del territorio afectado, siendo la prevención y las medidas de mitigación el único medio eficaz hasta el presente de evitar sus consecuencias.

5.1.1. ZONIFICACIÓN SISMICA

El Proyecto, según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) se ubica en la zona 3, calificada como zona de actividad sísmica media, Zonificación Sísmica.





MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



5.1.2. SISMICIDAD REGIONAL

La máxima sismicidad con que se espera que una determinada zona sea sacudida, dentro de un cierto periodo de tiempo se basa en los movimientos ocurridos en el pasado; por lo tanto la mejor manera de establecer parámetros que permitan un cálculo probabilístico, es tener en consideración toda la histórica sísmica instrumental y sismo tectónico.

Últimos sismos; El mismo Instituto Geofísico del Perú (IGP) da cuenta de varios sismos en la región Puno, siendo los últimos registrados el 27 de mayo del 2007 a las 05:17 que tuvo una magnitud de 4.3 grados y del 15 de agosto que fue percibido en las provincias de Melgar, Moho, Huancané y Lampa con una magnitud aproximada de 3.0 grados.

En una de sus última visitas a la ciudad de Puno, Hernando Tavera, director de sismología del IGP, aseguró con vehemencia que desde la costa central hasta el extremo sur del país, se presentaría un terremoto de gran intensidad que inclusive superaría el registrado el 23 de junio del 2001 en la costa de Arequipa (magnitud de 6.9 grados en la escala de Richter). Para Tavera lo único que quedaba era esperar a que sucediera y que la población se preparase para enfrentarlo adecuadamente, sin llegar a tener lamentables pérdidas de vidas humanas, pero ya ven, el terremoto de Ica no tuvo la respuesta que se esperaba. Más de 500 muertos y ciudades enteras devastadas por la furia de la naturaleza.

Sismo de gran magnitud; Puno no estaba excluida de ser víctima de un movimiento telúrico de gran magnitud, al estar ubicada sobre una falla geológica, además de hallarse en la zona intermedia 2 y 3 de ocurrencias de sismos en todo el país o denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se presenta la mayor cantidad de sismos a nivel mundial. Se ratificó que la región Puno está situado dentro del Sistema de Falla Ayaviri Copacabana (SFAC), el cual se encuentra por el momento inactiva, pero de reactivarse las consecuencias serían inenarrables.

"Como muestra de la presencia de dicha falla, se evidencia la mega brecha de Ayabacas, que son consideradas las más grandes del mundo. Esta falla atraviesa todo el departamento y parte del lago Titicaca, que de activarse provocaría un sismo de gran intensidad". El director de la estación sísmica de la UNA, indicó que era casi improbable que en Puno se registre un sismo producto de la tectónica, es decir por la subducción de las placas de Nazca con la de Sudamérica, debido que se encuentra a más de 200 kilómetros de distancia.

Reactivación de la falla SFAC; Sin embargo, señaló que una falla (SFAC) provocaría un sismo de severas consecuencias para la región, seguido de los vulcanismos, como lo que actualmente sucede en el distrito de Ollachea, provincia de Carabaya, el mismo que se encuentra asentada sobre un "domo tapón" geomorfológico, que es causante de los remezones de gran magnitud en la zona, que datan todavía desde 1928. No se descarta que el volcán pueda entrar en un proceso de activación, pero al momento no se evidencia reacción alguna.



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



"Las fallas se reactivan a causa de las corrientes conectivas, es decir por el ascenso y descenso permanente del magma en el interior de la tierra", que si la falla se da en un terreno rocoso no se generaría muchos daños en la superficie, mientras que de registrarse en una zona de arena o grava saturada colapsarían gran cantidad de infraestructuras ubicadas en todo el anillo circunlacustre del Titicaca.



5.1.3. SISMICIDAD HISTÓRICA

- Debido a su ubicación próxima a la zona de convergencia de las placas de Nazca y América del Sur, la zona de estudio ha sido afectada por muchos movimientos sísmicos desde la antigüedad.
- La información sobre la actividad sísmica histórica en Perú se remonta a fines del siglo XV, prácticamente desde tiempos de la conquista española. La calidad de estos datos va a depender de la distribución y densidad de las poblaciones en las regiones afectadas por los terremotos (Tavera y Bufo, 1998). La recopilación más completa sobre esta sismicidad ha sido realizada por el Dr. Enrique Silgado Ferro (1968, 1978, 1985) y por Dorbath (1990).
- Los terremotos con intensidad igual o mayor a VIII MM para el periodo 1513-1959 se distribuyen únicamente a lo largo de la costa centro y sur de Perú, debido a que estas regiones eran las más pobladas (a pesar de tener baja densidad demográfica) y luego en ellas se constituyeron las ciudades más importantes del país.
- La mayoría de éstos terremotos produjeron maremotos de intensidad variable y produjeron daños a lo largo de la costa Oeste de Sudamérica (Montessus de Ballore, 1911) y alrededor de las costas del Pacífico (Hatori, 1968).
- Silgado estima los valores de magnitud de los terremotos a partir del área de intensidad máxima con el propósito de compararlos con sismos recientes ("magnitud Silgado"). Así mismo, Dorbath (1990), realizó una revisión de las principales intensidades y evaluó los principales maremotos a





MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



fin de recalcular los valores de magnitud asignados a sismos históricos. La profundidad asignada para todos estos terremotos, es aproximada.

- En la región sur, los terremotos más importantes son los de 1604, 1784 y 1868, este último mejor documentado y descrito por Montessus de Ballore (1911) y Vargas (1922). En su publicación "La Historia de los Sismos más Notables Ocurredos en el Perú", Silgado presenta una relación bastante completa de los terremotos históricos reportados desde la época de la conquista, de los cuales se han identificado; en el cuadro 2 - 4 se presenta los sismos que afectaron zonas próximas a la zona de estudio.

ULTIMA SISMICIDAD REGISTRADA EN LA REGION PUNO

01 de diciembre del 2016 - 18:25: Sismo de 5.5 de magnitud se registró en la provincia de Lampa – puno

Tres sismos de considerable intensidad sacudió esta tarde a la región Puno. El sismo de mayor magnitud fue de 5.5 y ocurrió a las 17:40:16 horas. El epicentro se localizó a 50 kilómetros de la provincia de Lampa, con una profundidad de 30 kilómetros, según el reporte del IGP. Asimismo el temblor se sintió en las ciudades de Ayaviri, Azángaro, Juliaca y Puno.

Los otros dos movimientos fueron de 3.9 grados en la misma zona de Lampa. El sismo ocurrido a las 14:14 horas fue a 10 kilómetros de profundidad, mientras que el último ocurrió a las 18:53 horas a tan solo 6 kilómetros de profundidad

5.1.4. PELIGRO SÍSMICO

Según la mapa de zonificación sísmica presentada por el IGP, el área de estudio se encuentra en la zona 3 en el cual la aceleración máxima varía entre el rango de 0.15 - 0.30, lo que indica sismos según la escala de Mercalli hasta de grado VI estando dentro de la categoría de sismos leves. Los parámetros necesarios para el análisis de aceleración máxima:

+ Distancia Epicentral (R)

+ Magnitud del sismo (M)

PARÁMETROS SÍSMICOS INTENSIDAD

Por antecedente histórico se puede decir que en esta zona nunca se han presentado movimientos sísmicos, por tal razón de desestima este aspecto.

DETERMINACIÓN DE MÁXIMA MAGNITUD

Para el cálculo de las magnitudes esperadas en el área del proyecto utilizaremos la fórmula de IPG (1972), que es la siguiente:

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN FORTIFICACIÓN

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



$$I = 4.89 M_b - 6.89 \log D - 13.81$$

Donde se tiene:

$$M_b = \frac{6.89 \log D + 13.81 + I}{4.89}$$

Donde:

I = intensidad para la zona 5 y 6

D = Distancia epicentral = 60 Km.

Para I = 5

$$M_b = \frac{6.89 \log D + 13.81 + 5}{4.89}$$

$$M_b = 6.4$$

Para I = 6

$$M_b = 6.6$$

De esta manera concluimos que en la zona del proyecto pueden esperarse magnitudes comprendidas entre 6.4 y 6.6, fijándose una magnitud del sismo de diseño de 6.5.

ACELERACIÓN: (COEFICIENTE SÍSMICO)

a) SEGÚN FACCIOLI

$$a = 190 \times 10^{0.069M} (R + 25)^{0.314}$$

Dónde:

$$M = 6.5 \text{ y } R = 60 \text{ Km.}$$

$$a = 190 \times 10^{0.669(6.5)} (60 + 25)^{0.314}$$

$$a = 132.26 \text{ cm/seg}^2$$

$$a = 0.135 \text{ g}$$

11

Megalaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



Megalaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



b) SEGÚN CASA VERDE - VARGAS

$$a = 68e^{0.80M}(f_i + 25)^{-10}$$

$$a = 68e^{0.80(6.5)}(60 + 25)^{-10}$$

Dónde:

M = 6.50 y R = 60 Km.

$$a = 144.96 \text{ cm/seg}^2$$

$$a = 0.148 \text{ g.}$$

SEGÚN LA NORMA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE (RNE E-030)

Zona : 3
Factor de zona : Z = 0.35
Clasificación del Suelo : Perfil Tipo S2: Suelos intermedios

PERFIL TIPO S2: SUELOS INTERMEDIOS

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- **Arena densa, gruesa a media**, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} , entre 15 y 50.
- **Suelo cohesivo compacto**, con una resistencia al corte en condiciones no drenada S_u , entre 50 kPa (0.5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

12

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

(Referencia: Jr. Ancash 456)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



PARÁMETROS DE SITIO (S, TP Y TL)

**Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"**

ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

**Tabla N° 4
PERÍODOS "T_p" Y "T_L"**

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHUCA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 116148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



**MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.**

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



VI. GEOTÉCNIA DEL PROYECTO

6.1. INTRODUCCIÓN

El estudio Geotécnico del Proyecto “DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021” tiene como objetivo estudiar las características físico mecánicas del suelo a través de la exploración, apertura de calicatas a cielo abierto, ensayos SPT y ensayos de laboratorio a fin de obtener sus propiedades de resistencia, en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación de las diferentes estructuras que compondrá el proyecto. Luego se realizará los cálculos de capacidad portante y se dará las recomendaciones generales para la cimentación.

6.2. NORMATIVIDAD

El presente estudio se basa en el reglamento nacional de edificaciones según a la Norma Técnica E-050 (Suelos y Cimentaciones), además de la Norma Técnica Peruana que especifica el manejo de los distintos materiales y el uso de instrumentos para la determinación de las características mecánicas y físicas del suelo, estas dos normas rigen a nivel de todo el territorio nacional.

6.3. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS

6.3.1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un muestreo sistemático en lugares estratégicos y representativos previo a un programa diseñado para cada uno de las estructuras que contendrá el proyecto en estudio, para esto se procedió con la apertura de calicatas a cielo abierto; efectuándose tres calicatas, se realizó el ensayo SPT (Standard Penetration Test); con un número de seis ensayos. La profundidad alcanzada obedece a la intensidad y tipos de suelo. La ubicación donde se realizaron los ensayos nos permitieron obtener información confiable y representativa de los suelos considerados como nivel de desplante.

Según los reglamentos nacionales de edificaciones el proyecto está considerado con el tipo de edificación de categoría A y se debería de realizar un ensayo cada 225m², pero por la magnitud del proyecto y por el RNE E-050.

TABLA N° 1

TIPO DE EDIFICACIÓN

NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	
Tipo de Edificación	Número de puntos de Investigación
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



6.4. TRABAJOS DE CAMPO

6.4.1. ENSAYO SPT

El Ensayo de Penetración Estándar es el método de ensayo in-situ ampliamente usado para determinar las condiciones de compresibilidad y resistencia de los suelos. Este ensayo permite medir la resistencia a la penetración de un muestreador y al mismo tiempo permite obtener muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

El procedimiento del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) está indicado en la norma ASTM D-1586. Este ensayo consiste en hincar sobre el suelo un muestreador de caña partida cuya parte inferior está unida a un anillo cortante o zapata y la parte superior a una válvula y pieza de conexión a la línea de perforación. El muestreador tiene un diámetro externo de 51 mm y un diámetro interno de 35 mm. Para el hincado se utiliza un martillo de 63.50 Kg. de peso que se deja caer libremente desde una altura de 76 cm. La longitud de hincado es de 450 y 300 mm en intervalos de 150 mm y se descarta el primer tramo por encontrarse en material disturbado.

Para el presente estudio se han ejecutado 1 sondaje SPT denominados SPT-01, que fue ubicada en EL punto importante para el proyecto.

SONDEO 01.

Explo. No.	Profundidad (m.)	Coordenadas		
		Este	Norte	cuota
Sondeo -01.	4.50	390,913.55	8'245,806.64	3,942



REALIZANDO SONDEO - 01

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

15

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



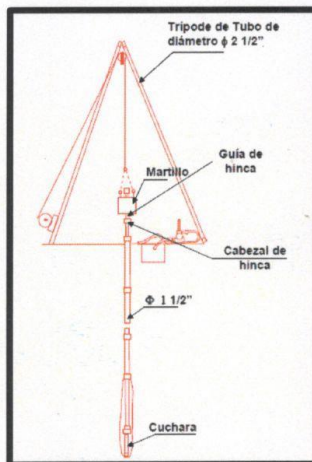
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

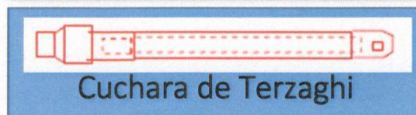
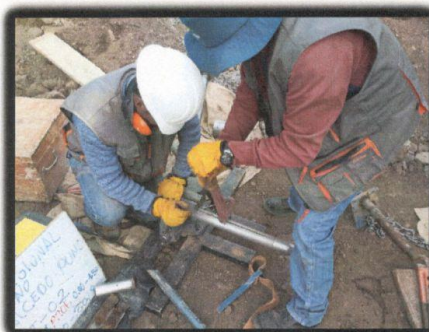


6.4.2. PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS SPT

Se procedió al armado del equipo SPT en los respectivos puntos de sondeo, luego se realizó el ensayo y se sacaron las muestras a cada 1,50 centímetros de profundidad de donde se procedió a tomar las respectivas muestras que fueron debidamente rotuladas para su posterior análisis físico en laboratorio, además se anotaron la cantidad de golpes con la que se hincaron para alcanzar las profundidades deseadas.



La toma de muestra se realizó a cada 1.50 metros de profundidad, en el sondeo 01 se alcanzó una profundidad de 4.50 metros de profundidad. Los datos de campo y de la cuchara se registraran durante cada toma de muestra para hacer las correcciones necesarias.





MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



ENSAYOS DE LABORATORIO

Con los datos obtenidos de las perforaciones (SPT) y la descripción del terreno, se han realizado la interpretación de la geología y geotecnia del subsuelo de la zona del emplazamiento de las infraestructuras que contendrá el proyecto en estudio, información con la que se ha confeccionado los planos, perfiles y secciones geológicas respectivas, se efectuó la clasificación de los suelos; finalmente se ha elaborado el informe final del estudio en mención.

- Análisis granulométrico por tamizado (Norma ASTM D422)
- Límite Líquido (Norma ASTM D423)
- Límite Plástico (Norma ASTM D424)
- Contenido de Humedad (ASTM D2216)

TRABAJOS DE GABINETE

DETERMINACIÓN DE LAS CAPACIDADES PORTANTES

Las capacidades portantes, cohesión y ángulo de fricción interna se determinaron de la siguiente manera:

Capacidad portante:

SUSTENTACIÓN DE CALCULOS PARA EL ENSAYO SPT

El ensayo de penetración estándar es por naturaleza simple y puede ser intercalado con facilidad en cualquier sondeo de reconocimiento. Puede ejecutarse en casi en cualquier tipo de suelo incluso en rocas blandas o meteorizadas.

Los resultados de la prueba son ampliamente difundidos en todo el mundo, se correlacionan empíricamente con las propiedades específicas In Situ del terreno.

La gran mayoría de datos y correlaciones corresponden a terrenos arenosos. La presencia de gravas complica la interpretación. Se puede estimar en forma aproximada la resistencia a compresión simple (q_u) en función a N, para los tipos de suelos que se indica, mediante las siguientes relaciones:

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



• PARA LA CARGA ÚLTIMA LAS RELACIONES SON LAS SIGUIENTES

N° DE GOLPES	qu				
	ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
	N/8	0.133N	N/5	N/7.5	N/4.5
N	TERZAGHI (Kg/cm²)	GRAUX (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI (Kg/cm²)

• VALORES DE COHESIÓN

N° DE GOLPES	C=qu/2				
	ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
	N/8	0.133N	N/5	N/7.5	N/4.5
N	TERZAGHI (Kg/cm²)	GRAUX (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI (Kg/cm²)

• ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA

N° DE GOLPES	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
	OSAKI	DUMJHAN
N	$\phi = \sqrt{(20N) + 15}$	$\phi = \sqrt{(12N) + 25}$

6.5. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

6.5.1. RESULTADOS DE LABORATORIO.

Se analizaron las muestras provenientes de la toma de muestras hechas en el área de estudio, se tomó y comparo muestras de la apertura de calicatas y del ensayo SPT (Standart Penetrartion Test) hasta las profundidades:

SONDEO 01: Se analizaron un total de 3 muestras tomadas a cada 150 centímetros con el muestreador y se tuvo que detener en la profundidad de 4.50 metros por un rechazo del material y sobre pasando los 50 golpes y de esa manera no se llegó hasta la profundidad deseada,

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

18

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



Analices en laboratorio, se compararon los análisis y se determinó que en este sondeo se compone de ocho estratos bien definidos, los resultados se interpolaron y se sacó un análisis físico del suelo representativo que se muestra a continuación.

Clasificación de los estratos del sondeo 01.

NÚMERO DE CANTERA DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			LÍMITES DE CONSISTENCIA		
			SUCS	AASTHO	% DE GRAVA	% DE ARENA	% DE FINOS	L.L.	L.P.	I.P.
C-01, E-01	0.20	25.01	SM	A-2-4	8.90	73.67	17.44	30.80	24.31	6.48
C-01, E-02	1.20	27.20	CL	A-6	0.00	43.31	56.69	37.74	20.62	17.12
C-01, E-03	2.00	18.25	SW	A-1-a	16.73	79.52	3.76	NP	NP	NP
C-01, E-04	3.60	20.84	SP-SM	A-1-b	35.39	53.04	11.57	NP	NP	NP
C-01, E-05	4.50	23.92	GW-GM	A-1-a	49.50	45.04	5.46	22.48	21.35	1.13

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



6.5.2. PERFIL ESTRATIGRÁFICO. SONDEO 01



PROFUNDIDAD	ESTRATO	TIPO DE SONDAGE	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN SUCS	
0.00 - 0.10	ESTRATO 01	SPT	arena limosa con mezcla de arena y limos arcillosos	SM	
0.11 - 0.20					
0.21 - 0.30					
0.31 - 0.40					
0.41 - 0.50					
0.51 - 0.60	ESTRATO 02	SPT	arcillas inorganicas con limos finos de plasticidad media a alta, con una coloracion amarillo a naranja rojizo	CL	
0.61 - 0.70					
0.71 - 0.80					
0.81 - 0.90					
0.91 - 1.00					
1.01 - 1.10	ESTRATO 03	SPT	arenas bien graduadas de mezcla de arena y gravillas de pocos finos o limos	SW	
1.11 - 1.20					
1.21 - 1.30					
1.31 - 1.40					
1.41 - 1.50					
1.51 - 1.60	ESTRATO 04	SPT	arenas limosas con mezcla de arenas mal graduadas y arenas gruesas con limos arcillosos	SP-SM	
1.61 - 1.70					
1.71 - 1.80					
1.81 - 1.90					
1.91 - 2.00					
2.01 - 2.10	ESTRATO 05	SPT	gravas limosas con mezcla de gravas bien graduadas y arenas limo arcillosas de consistencias algo compactos y presencia de gravas > a 1 1/2"	GW-GM	
2.11 - 2.20					
2.21 - 2.30					
2.31 - 2.40					
2.41 - 2.50					
2.51 - 2.60					
2.61 - 2.70					
2.71 - 2.80					
2.81 - 2.90					
2.91 - 3.00					
3.01 - 3.10					
3.11 - 3.20					
3.21 - 3.30					
3.31 - 3.40					
3.41 - 3.50					
3.51 - 3.60					
3.61 - 3.70					
3.71 - 3.80					
3.81 - 3.90					
3.91 - 4.00					
4.01 - 4.10					
4.11 - 4.20					
4.21 - 4.30					
4.31 - 4.40					
4.41 - 4.50					
4.51 - 4.60	RECHAZO DEL ENSAYO DE SPT POR UNA MEJOR CONSISTENCIA Y PRESENCIA DE GRAVA > A 1 1/2"				

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

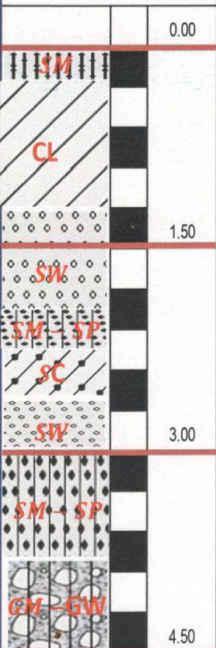
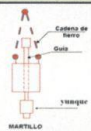


6.5.3. RESULTADOS DEL ENSAYO SPT

SONDEO 01

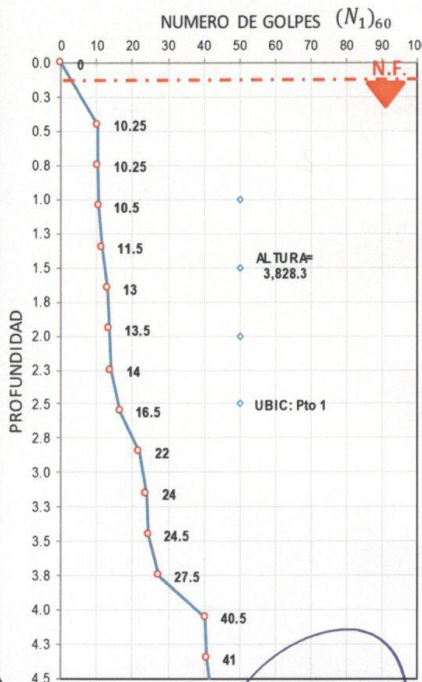
Los cálculos de capacidad portante, cohesión y ángulo de fricción a una profundidad de 4.65 metros de profundidad ya que los siguientes 15 centímetros de profundidad superaron los 50 golpes.

REGISTRO DE PERFORACION

REGISTRO DE PERFORACION							
PROFUNDIDAD EN METROS DE MUESTREO - PERFIL ESTRATIGRAFICO		TIPO DE SONDEO	NUMERO DE GOLPES CORREGIDO $(N_1)_{60}$	PROFUNDIDAD (METROS)	NUMERO DE GOLPE PROMEDIO $(N_1)_{60}$	CARACTERISTICAS DEL ENSAYO	
	0.00	E N S A Y O	0.0	0.00	0.00	PESO DEL MARTILLO : 63.5 Kg	
	1.50		10.3	0.45	11.10	ALTURA DE CAIDA : 76.2 cm	
			10.3	0.75		MECANISMO DE GOLPEO : Manual	
			10.5	1.05			
			11.5	1.35			
	3.00		13.0	1.65	18.00		
			13.5	1.95			
			14.0	2.25			
			16.5	2.55			
			22.0	2.85			
4.50	24.0	3.15	35.20				
	24.5	3.45					
	27.5	3.75					
	40.5	4.05					
	41.0	4.35					
	42.5	4.65					

ENSAYO DE PENETRACION SPT - S01

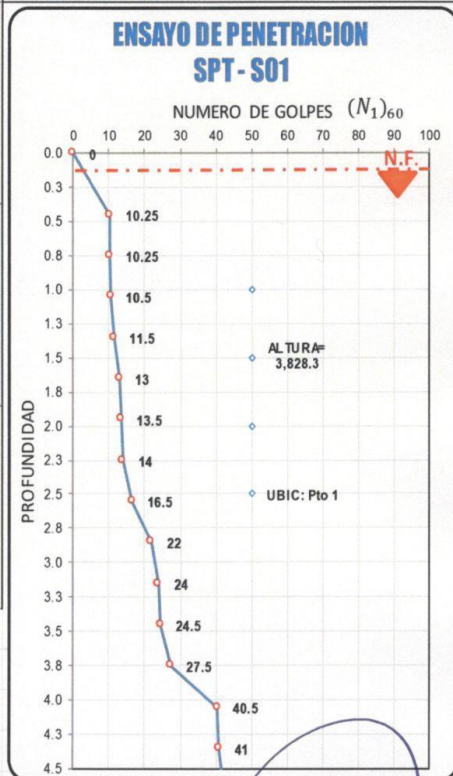
NUMERO DE GOLPES $(N_1)_{60}$



PROFUNDIDAD (m)	NUMERO DE GOLPES $(N_1)_{60}$
0.0	0
0.3	10.25
0.5	10.25
0.8	10.5
1.0	11.5
1.3	13
1.5	13.5
1.8	14
2.0	16.5
2.3	22
2.5	24
2.8	24.5
3.0	27.5
3.3	40.5
3.5	41

RECHAZO A LA PENETRACION DEL ENSAYO

RECHAZO A LA PENETRACION DEL ENSAYO



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



S - 01: CARGA ÚLTIMA

PROFUNDIDAD (metros)	N° DE GOLPES	Qu				
		ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
	N	N/8	0.133N	N/5	N/7.5	N/4.5
		TERZAGHI (Kg/cm²)	GRAUX (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI (Kg/cm²)
0.00 m	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.45 m	10.3	1.281	1.363	2.050	1.367	2.278
0.75 m	10.3	1.281	1.363	2.050	1.367	2.278
1.05 m	10.5	1.313	1.397	2.100	1.400	2.333
1.35 m	11.5	1.438	1.530	2.300	1.533	2.556
1.65 m	13.0	1.625	1.729	2.600	1.733	2.889
1.95 m	13.5	1.688	1.796	2.700	1.800	3.000
2.25 m	14.0	1.750	1.862	2.800	1.867	3.111
2.55 m	16.5	2.063	2.195	3.300	2.200	3.667
2.85 m	22.0	2.750	2.926	4.400	2.933	4.889
3.15 m	24.0	3.000	3.192	4.800	3.200	5.333
3.45 m	24.5	3.063	3.259	4.900	3.267	5.444
3.75 m	27.5	3.438	3.658	5.500	3.667	6.111
4.05 m	40.5	5.063	5.387	8.100	5.400	9.000
4.35 m	41.0	5.125	5.453	8.200	5.467	9.111
4.65 m	42.5	5.313	5.653	8.500	5.667	9.444

S - 01: COHESIÓN

N° DE GOLPES	C=qu/2				
	ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
	N/8 TERZAGHI (Kg/cm²)	0.133N GRAUX (Kg/cm²)	N/5 TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	N/7.5 TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	N/4.5 TERZAGHI (Kg/cm²)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10.3	0.641	0.682	1.025	0.683	1.139
10.3	0.641	0.682	1.025	0.683	1.139
10.5	0.656	0.698	1.050	0.700	1.167
11.5	0.719	0.765	1.150	0.767	1.278
13.0	0.813	0.865	1.300	0.867	1.444
13.5	0.844	0.898	1.350	0.900	1.500
14.0	0.875	0.931	1.400	0.933	1.556
16.5	1.031	1.097	1.650	1.100	1.833
22.0	1.375	1.463	2.200	1.467	2.444
24.0	1.500	1.596	2.400	1.600	2.667
24.5	1.531	1.629	2.450	1.633	2.722
27.5	1.719	1.829	2.750	1.833	3.056
40.5	2.531	2.693	4.050	2.700	4.500
41.0	2.563	2.727	4.100	2.733	4.556
42.5	2.656	2.826	4.250	2.833	4.722

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

22

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia:
Jr. Ancash 456



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



S - 01: ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA

PROFUNDIDAD (metros)	N° DE GOLPES N	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
		OSAKI	DUMJHAN
		$\phi = \sqrt{(20N)} + 15$	$\phi = \sqrt{(12N)} + 25$
0.00 m	0.0	15.00	25.00
0.45 m	10.3	29.32	36.09
0.75 m	10.3	29.32	36.09
1.05 m	10.5	29.49	36.22
1.35 m	11.5	30.17	36.75
1.65 m	13.0	31.12	37.49
1.95 m	13.5	31.43	37.73
2.25 m	14.0	31.73	37.96
2.55 m	16.5	33.17	39.07
2.85 m	22.0	35.98	41.25
3.15 m	24.0	36.91	41.97
3.45 m	24.5	37.14	42.15
3.75 m	27.5	38.45	43.17
4.05 m	40.5	43.46	47.05
4.35 m	41.0	43.64	47.18
4.65 m	42.5	44.15	47.58

S - 01: CAPACIDAD ADMISIBLE

PROFUNDIDAD (metros)	N° DE GOLPES	q _a = q _u /f _s				
		ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
		CON FACTOR DE SEGURIDAD = 3,5				
	N	TERZAGHI (Kg/cm ²)	GRAUX (Kg/cm ²)	ERZAGHI Y PEC (Kg/cm ²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm ²)	TERZAGHI (Kg/cm ²)
0.00 m	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.45 m	10.3	0.366	0.390	0.586	0.390	0.651
0.75 m	10.3	0.366	0.390	0.586	0.390	0.651
1.05 m	10.5	0.375	0.399	0.600	0.400	0.667
1.35 m	11.5	0.411	0.437	0.657	0.438	0.730
1.65 m	13.0	0.464	0.494	0.743	0.495	0.825
1.95 m	13.5	0.482	0.513	0.771	0.514	0.857
2.25 m	14.0	0.500	0.532	0.800	0.533	0.889
2.55 m	16.5	0.589	0.627	0.943	0.629	1.048
2.85 m	22.0	0.786	0.836	1.257	0.838	1.397
3.15 m	24.0	0.857	0.912	1.371	0.914	1.524
3.45 m	24.5	0.875	0.931	1.400	0.933	1.556
3.75 m	27.5	0.982	1.045	1.571	1.048	1.746
4.05 m	40.5	1.446	1.539	2.314	1.543	2.571
4.35 m	41.0	1.464	1.558	2.343	1.562	2.603
4.65 m	42.5	1.518	1.615	2.429	1.619	2.698

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 2044873176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

23

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



6.5. DETERMINACIÓN DE ASENTAMIENTOS

CALCULO DE ASENTAMIENTOS SONDEO

De acuerdo a los niveles de cimentación, la estructura se apoyará en material arena gravosa, arenas limosas arenas arcillosas dado que el sector en estudio pertenece a la zona 3 de sismicidad y teniendo en cuenta el reacomodo de las partículas ante posibles eventos sísmicos, aplicando el método elástico:

En el análisis de Asentamiento se ha considerado los valores en base a la caracterización geotécnica y estado de compacidad del suelo más desfavorable recomendados por J. Bowles; y estos son:

Relación de poisson 0,3

Es módulo de elasticidad 254.0 Kg/cm²

Y para nuestro estudio una capacidad admisible promedio, a una profundidad de 2.50 metros de estudio es de 1.799 Kg/cm²

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamientos Totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa 2.50 cm (edificaciones), que es el asentamiento máximo para estructuras convencionales.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964). Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos. El asentamiento elástico inicial será:

CALCULO DE ASENTAMIENTO DE ELASTICO

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_z}$$

PRESION POR CARGA ADMISIBLE (PROMEDIO SPT 01 Y 02)	qadm = 1.799 Kg/cm ²
RELACION DE POISSON	μ = 0.3
MODULO DE ELASTICIDAD	Es = 254.0 Kg/cm ²
ASENTAMIENTO PERMISIBLE	Si(max) = 2.5 cm
ANCHO DE LA CIMENTACION	B = 1.50 m
LARGO DE LA CIMENTACION	L = 1.50 m
FACTOR DE FORMA	If = 2.35 m/m

Asentamiento	Si = 0.023 m
Asentamiento	Si = 2.27 cm

Presion por carga	qadm = 1.80 Kg/cm ²
-------------------	--------------------------------

OBSERVACIONES: el calculo de asentamiento elastico, es sobre un material limo arenoso fino, con un presencia de nivel freatico y qadm=1.799 kg/cm2 promedio para una profundidad de 2.50 metros. Desde la cota de 3827 m.s.n.m. en estudio.

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACAZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas (Dr. Ing. Jorge e. Alva Hurtado) publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida; se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

Por tanto se tiene que:

$$2.27 \text{ cm} < 2.50 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

ASENTAMIENTO TOLERABLE

El valor del asentamiento inmediato calculado debe comprobarse si es inferior a los valores límites tolerables. Según la Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones E.050, establece que el asentamiento diferencial no debe ser mayor que el calculado para una distorsión (α) angular prefijada, de acuerdo al tipo de estructura, así como la naturaleza del terreno. Luego para el tipo de estructura proyectado, se espera una distorsión angular de:

$$\alpha = \Delta / L = 1/500 \text{ (Para estructuras que no se permiten grietas)}$$

Donde:

Δ = Asentamiento Tolerable en cm

L = Distancia entre dos columnas extremas

α = Distorsión angular

Luego: L= 600 cm, entonces:

$$\text{El asentamiento Tolerable es: } \Delta = 600/500 = 1.20 \text{ cm}$$

Por tanto se tiene que:

$$2.27 \text{ cm} < 1.20 \text{ cm} \text{ --- no cumple}$$

El asentamiento instantáneo a producirse no es tolerable en el área del proyecto.

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL (IP. N° 126148)
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



07. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El clima predominante en la zona de influencia del proyecto está condicionado a sus latitudes, propias del Altiplano y Puna por lo que se caracteriza por ser frío - templado - seco, con dos estaciones claramente diferenciadas:
- El área de ejecución geomorfológicamente corresponde a una zona tipo andina e Interandina, que se caracteriza por presentar una topografía predominantemente llana- ondulada y localmente está constituida por la siguiente unidad: Zona de Pampas o Altiplanicies.
- De acuerdo a los aspectos geológicos y según las exploraciones se puede determinar que el área proyectada en los niveles de desplante el tipo de material o suelo tratándose de un material conformado de material arenas limosas, limos arcillosos, arcillas arenosas, arenas bien graduadas, gravas limosas y con gravas bien graduadas, están clasificados según el sistema de clasificación SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS), de simbología (SM, CL, SP-SM, SC, SW, GW-GM)
- La profundidad alcanzada del ensayo para el sondeo es a una profundidad:

S - 01 = Se analizaron un total de 3 muestras tomadas a cada 150 centímetros con el muestreador y se tuvo que detener en la profundidad de 4.50 metros por un rechazo del material y sobre pasando los 50 golpes y de esa manera no se llegó hasta la profundidad deseada,

Analices en laboratorio, se compararon los análisis y se determinó que en este sondeo se compone de ocho estratos bien definidos, los resultados se interpolaron y se sacó un análisis físico del suelo representativo que se muestra a continuación.
- La ejecución del proyecto se encuentra en la zona 3 del mapa de sismicidad
 - Zona : 3
 - Factor de zona : $Z = 0.35$
 - Clasificación del Suelo : Perfil Tipo S2: Suelos intermedios

PERFIL TIPO S2: SUELOS INTERMEDIOS

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media**, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT N_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto**, con una resistencia al corte en condiciones no drenada S_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.



26

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148

Celular: 981 660 404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	$> 1500 \text{ m/s}$	-	-
S_1	$500 \text{ m/s a } 1500 \text{ m/s}$	> 50	$> 100 \text{ kPa}$
S_2	$180 \text{ m/s a } 500 \text{ m/s}$	$15 \text{ a } 50$	$50 \text{ kPa a } 100 \text{ kPa}$
S_3	$< 180 \text{ m/s}$	< 15	$25 \text{ kPa a } 50 \text{ kPa}$
S_4	Clasificación basada en el EMS		

- En el análisis de Asentamiento se ha considerado los valores en base a la caracterización geotécnica y estado de compacidad del suelo más desfavorable recomendados por J. Bowles; y estos son: Relación de poisson 0,30 Es módulo de elasticidad 254.0 Kg/cm^2 y para nuestro estudio una capacidad admisible de 1.799 Kg/cm^2 . Promedio de los dos sondeos de exploración en una profundidad de 1.50 metros con respecto al esfuerzo y a las dimensiones para el cálculo de asentamiento, estos corresponden a la capacidad de carga, para estas condiciones, el asentamiento elástico, considerándose zapata rígida con asentamiento inmediato. Reemplazando valores se obtiene para nuestro estudio un asentamiento promedio de:
- Para la calicata, $S_i = 2.27 \text{ cm}$ (promedio).
- Tomando en consideración la profundidad de 1.50 metros como nuestro desplante, se realiza la verificación de compacidad para nuestro estudio según los estratos en la zona del proyecto se puede ver según los resultados de los dos sondeos, de una capa de arenas arcillosas con mezcla de arenas, arenas limosas y arenas bien graduadas y arenas finas con limos, con una compacidad relativa muy firme, para una profundidad de 1.50 metros promedio.

CUADRO: Compacidad Relativa de la Arena.

Numero de Golpes del SPT	Compacidad Relativa
0 - 4	Muy Suelta
5 - 10	Suelta
11 - 20	Firme
21 - 30	Muy Firme
31 - 50	Densa
MAS DE 50	Muy Densa

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126146
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



- La capacidad portante variará de acuerdo a la profundidad donde se desee tener el nivel de desplante, este deberá ser tomado en base a los cálculos del presente informe y según el criterio del área estructural del proyecto y los resultados se aprecian en la certificación del sondeo 01 respectivamente.
- La cimentación de las estructuras será de tipo superficial. Se recomienda una profundidad de desplante de la cimentación será mayor o igual a -1.50 metros de la cota existente.
- según el criterio del proyectista, se recomienda cimentar sobre el material firme alcanzando con respecto a la menor cota natural del terreno, tomando en consideración los resultados y el perfil estratigráfico de la zona de estudio.
- Es conveniente que todos los elementos estructurales se apoyen a la misma profundidad y calculados de acuerdo a las normas de Diseño Sismo resistente.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio así como las conclusiones y recomendaciones establecidas solo son válidas para el área de influencia en cada calicata investiga y no garantiza a otros proyectos que lo toman como referencia.

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL C.P. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



ENSAYOS IN-SITU DE PENETRACIÓN CON SPT



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO

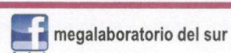
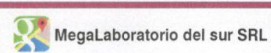


MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

WALTER MACACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

(Referencia: Jr. Ancash 456)



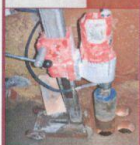
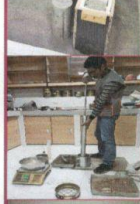
Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



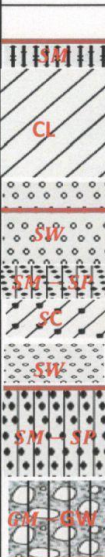
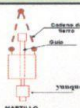
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



PROYECTO	: "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"		
SOLICITANTE	: ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON		
UBICACIÓN	: SONDEO-01, BARRIO MANTO	ALTURA:	3,942.000 m.s.n.m
FECHA	: MAYO DEL 2021	PROFUNDIDAD:	4.65 UBICACIÓN: Pto 1

REGISTRO DE PERFORACION

PROFUNDIDAD EN METROS DE MUESTREO - PERFIL ESTRATIGRAFICO		TIPO DE SONDEO	NUMERO DE GOLPES CORREGIDO $(N_1)_{60}$	PROFUNDIDAD (METROS)	NUMERO DE GOLPE PROMEDIO $(N_1)_{60}$	CARACTERISTICAS DEL ENSAYO	
	0.00	ENSAYO SPT PENETRACION	0.0	0.00	0.00	PESO DEL MARTILLO : 63.5 Kg	
	10.3		10.3	0.45	11.10	ALTURA DE CAIDA : 76.2 cm	
	10.3		10.3	0.75		MECANISMO DE GOLPEO : Manual	
	10.5		10.5	1.05			
	11.5		11.5	1.35			
	13.0		13.0	1.65	18.00		
	13.5		13.5	1.95			
	14.0		14.0	2.25			
	16.5		16.5	2.55			
	22.0		22.0	2.85	35.20		
	24.0		24.0	3.15			
	24.5		24.5	3.45			
	27.5		27.5	3.75			
	40.5		40.5	4.05	41.0		
41.0	41.0	4.35					
42.5	42.5	4.65					

RECHAZO A LA PENETRACION DEL ENSAYO

ENSAYO DE PENETRACION
SPT - S01

NUMERO DE GOLPES
 $(N_1)_{60}$

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

PROFUNDIDAD

0.0 0.3 0.5 0.8 1.0 1.3 1.5 1.8 2.0 2.3 2.5 2.8 3.0 3.3 3.5 3.8 4.0 4.3 4.5

0.0 0.3 0.5 0.8 1.0 1.3 1.5 1.8 2.0 2.3 2.5 2.8 3.0 3.3 3.5 3.8 4.0 4.3 4.5

10.25

10.25

10.5

11.5

13

13.5

14

16.5

22

24

24.5

27.5

40.5

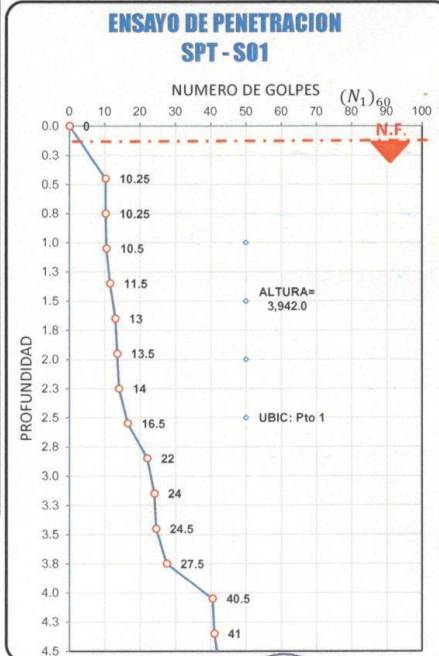
41

ALTURA= 3,942.0

UBIC: Pto 1

N.F.

RECHAZO A LA PENETRACION DEL ENSAYO



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TECNICO DE LABORATORIO

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
SOLICITANTE : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
UBICACIÓN : SONDEO-01, BARRIO MANTO
FECHA : MAYO DEL 2021
PROFUNDIDAD: 4.50 metros
UBIC. Punto - 01

PROFUNDIDAD (metros)	N° DE GOLPES N	Qu				
		ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
		N/8	0.133N	N/5	N/7.5	N/4.5
		TERZAGHI (Kg/cm²)	GRAUX (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI (Kg/cm²)
0.00 m	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.45 m	10.3	1.281	1.363	2.050	1.367	2.278
0.75 m	10.3	1.281	1.363	2.050	1.367	2.278
1.05 m	10.5	1.313	1.397	2.100	1.400	2.333
1.35 m	11.5	1.438	1.530	2.300	1.533	2.556
1.65 m	13.0	1.625	1.729	2.600	1.733	2.889
1.95 m	13.5	1.688	1.796	2.700	1.800	3.000
2.25 m	14.0	1.750	1.862	2.800	1.867	3.111
2.55 m	16.5	2.063	2.195	3.300	2.200	3.667
2.85 m	22.0	2.750	2.926	4.400	2.933	4.889
3.15 m	24.0	3.000	3.192	4.800	3.200	5.333
3.45 m	24.5	3.063	3.259	4.900	3.267	5.444
3.75 m	27.5	3.438	3.658	5.500	3.667	6.111
4.05 m	40.5	5.063	5.387	8.100	5.400	9.000
4.35 m	41.0	5.125	5.453	8.200	5.467	9.111
4.65 m	42.5	5.313	5.653	8.500	5.667	9.444

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 RUC: 20448773176
 ALEX DAVID MUNIZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 RUC: 20448773176
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com



Megalaboratorio del sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y
PATRONES DE REFERENCIA



COHESION

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA
SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
SOLICITANTE : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANAQUNI, WILSON
UBICACIÓN : SONDEO-01, BARRIO MANTO
FECHA : MAYO DEL 2021
PROFUNDIDAD: 4.50 metros
UBIC. Punto - 01

N° DE GOLPES N	C=qu/2				
	ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
	N/8 TERZAGHI (Kg/cm²)	0.133N GRAUX (Kg/cm²)	N/5 TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	N/7.5 TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	N/4.5 TERZAGHI (Kg/cm²)
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10.3	0.641	0.682	1.025	0.683	1.139
10.3	0.641	0.682	1.025	0.683	1.139
10.5	0.656	0.698	1.050	0.700	1.167
11.5	0.719	0.765	1.150	0.767	1.278
13.0	0.813	0.865	1.300	0.867	1.444
13.5	0.844	0.898	1.350	0.900	1.500
14.0	0.875	0.931	1.400	0.933	1.556
16.5	1.031	1.097	1.650	1.100	1.833
22.0	1.375	1.463	2.200	1.467	2.444
24.0	1.500	1.596	2.400	1.600	2.667
24.5	1.531	1.629	2.450	1.633	2.722
27.5	1.719	1.829	2.750	1.833	3.056
40.5	2.531	2.693	4.050	2.700	4.500
41.0	2.563	2.727	4.100	2.733	4.556
42.5	2.656	2.826	4.250	2.833	4.722

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL (IP. N° 126148)
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



Megalaboratorio del sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y PATRONES DE REFERENCIA



ANGULO DE FRICCION INTERNA

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"

UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON

FECHA : SONDEO-01, BARRIO MANTO

PUNTO : MAYO DEL 2021

PROFUNDIDAD: 4.50 metros

UBIC. Punto - 01

PROFUNDIDAD D (metros)	N° DE GOLPES N	ANGULO DE FRICCION INTERNA	
		OSAKI $\phi = V(20N) + 15$	DUMJHAN $\phi = V(12N) + 25$
0.00 m	0.0	15.00	25.00
0.45 m	10.3	29.32	36.09
0.75 m	10.3	29.32	36.09
1.05 m	10.5	29.49	36.22
1.35 m	11.5	30.17	36.75
1.65 m	13.0	31.12	37.49
1.95 m	13.5	31.43	37.73
2.25 m	14.0	31.73	37.96
2.55 m	16.5	33.17	39.07
2.85 m	22.0	35.98	41.25
3.15 m	24.0	36.91	41.97
3.45 m	24.5	37.14	42.15
3.75 m	27.5	38.45	43.17
4.05 m	40.5	43.46	47.05
4.35 m	41.0	43.64	47.18
4.65 m	42.5	44.15	47.58



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



Megalaboratorio del sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y PATRONES DE REFERENCIA



CAPACIDAD ADMISIBLE

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SISMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
SOLICITANTE : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDOÑO HUANACUNI, WILSON
UBICACIÓN : SONDEO-01, BARRIO MANTO
FECHA : MAYO DEL 2021 PROFUNDIDAD: 4.50 metros UBIC. Punto - 01

PROFUNDIDAD D (metros)	N° DE GOLPES N	q _a = q _u /fs				
		ARCILLAS		ARCILLA LIMOSA	ARCILLA LIMOSA ARENOSA	LOES
		CON FACTOR DE SEGURIDAD = 3,5				
		TERZAGHI (Kg/cm²)	GRAUX (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI Y PECK (Kg/cm²)	TERZAGHI (Kg/cm²)
0.00 m	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.45 m	10.3	0.366	0.390	0.586	0.390	0.651
0.75 m	10.3	0.366	0.390	0.586	0.390	0.651
1.05 m	10.5	0.375	0.399	0.600	0.400	0.667
1.35 m	11.5	0.411	0.437	0.657	0.438	0.730
1.65 m	13.0	0.464	0.494	0.743	0.495	0.825
1.95 m	13.5	0.482	0.513	0.771	0.514	0.857
2.25 m	14.0	0.500	0.532	0.800	0.533	0.889
2.55 m	16.5	0.589	0.627	0.943	0.629	1.048
2.85 m	22.0	0.786	0.836	1.257	0.838	1.397
3.15 m	24.0	0.857	0.912	1.371	0.914	1.524
3.45 m	24.5	0.875	0.931	1.400	0.933	1.556
3.75 m	27.5	0.982	1.045	1.571	1.048	1.746
4.05 m	40.5	1.446	1.539	2.314	1.543	2.571
4.35 m	41.0	1.464	1.558	2.343	1.562	2.603
4.65 m	42.5	1.518	1.615	2.429	1.619	2.698

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TECNICO DE LABORATORIO

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL O.P. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



Megalaboratorio del sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



CALCULO DE ASENTAMIENTO



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUÑOZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZANATA
INGENIERO CIVIL C.P. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

(Referencia: Jr. Ancash 456)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



ASENTAMIENTO ELASTICO

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA
SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
SOLICITANTE : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
UBICACIÓN : SONDEO 01, BARRIO MANTO
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TECNICO RESPONSABLE : A.D.M.V.

CALCULO DE ASENTAMIENTO DE ELASTICO

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{\sqrt{\frac{L}{B}}}{\beta_z}$$

PRESION POR CARGA ADMISIBLE (PROMEDIO SPT 01 Y 02)
RELACION DE POISSON
MODULO DE ELASTICIDAD
ASENTAMIENTO PERMISIBLE
ANCHO DE LA CIMENTACION
LARGO DE LA CIMENTACION
FACTOR DE FORMA

qadm	=	1.799	Kg/cm ²
μ	=	0.3	
Es	=	254.0	Kg/cm ²
Si(max)	=	2.5	cm
B	=	1.50	m
L	=	1.50	m
I _f	=	2.35	m/m

Asentamiento
Asentamiento

S _i	=	0.023	m
S _i	=	2.27	cm

Presion por carga

qadm	=	1.80	Kg/cm ²
------	---	------	--------------------

OBSERVACIONES: el calculo de asentamiento elastico, es sobre un material limo arenoso fino, con una presencia de nivel freatico y qadm=1.799 kg/cm² promedio para una profundidad de 2.50 metros. Desde la cota de 3827 m.s.n.m. en estudio.

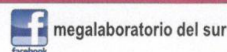
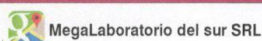


MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TECNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

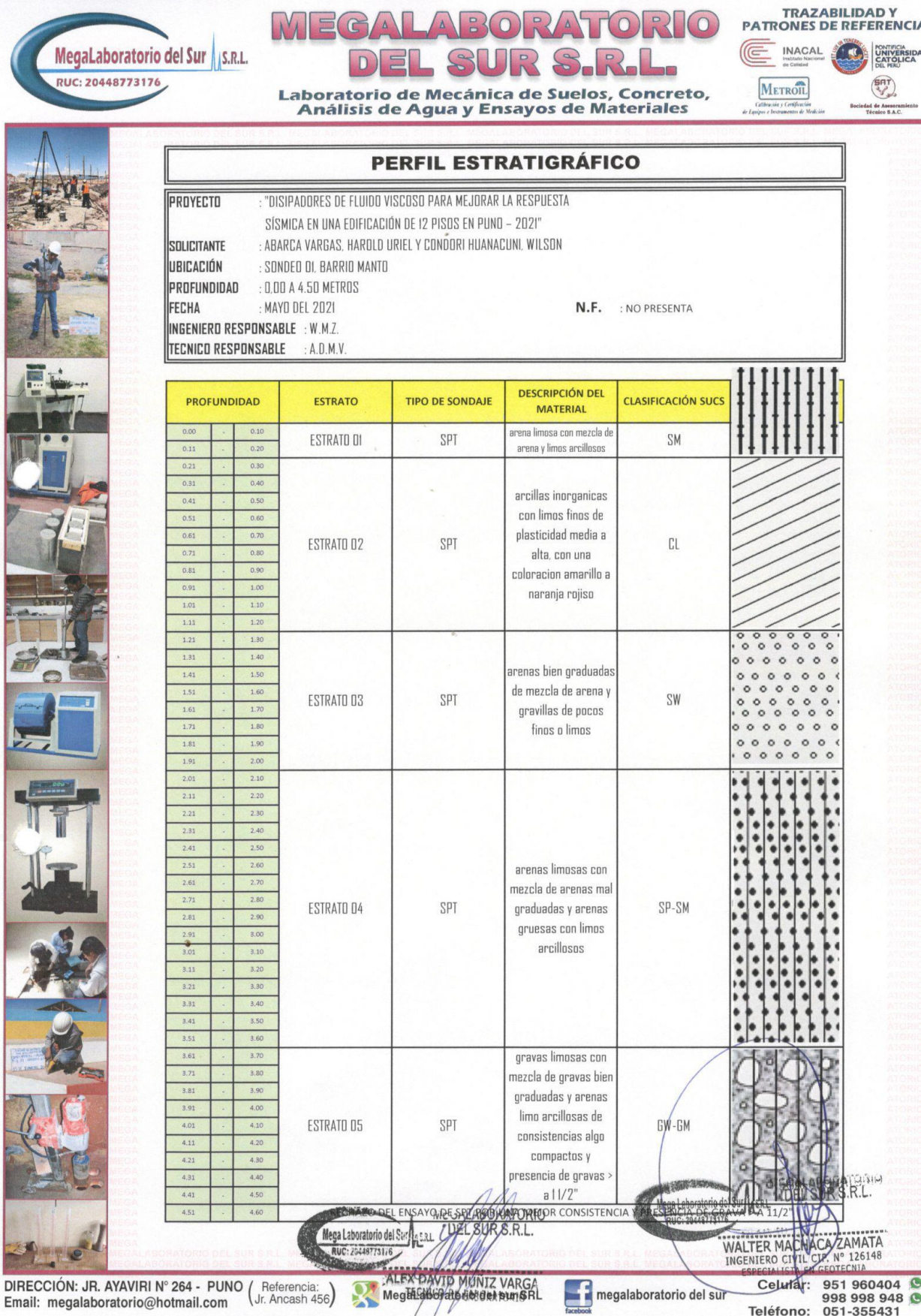
(Referencia: Jr. Ancash 456)

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 01, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 0.00 AL 0.20 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. NO PRESENTA

% CONTENIDO DE HUMEDAD	
25.01	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS	SM
AASTHO	A-2-4
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
% DE GRAVA	8.90
% DE ARENA	73.67
% DE FINOS	17.44
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITES LÍQUIDO	30.80
LÍMITE PLÁSTICO	24.31
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	6.48



ALEX DAVID MÚNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: Jr. Ancash 456

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



CONTENIDO DE HUMEDAD

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 115, NORMA ASTM D 1557, NORMA AASHTO T 180)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 01, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 0.00 AL 0.20 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. NO PRESENTA

ENSAYO	N°	1	2
TARA	N°	T-102	T- 155
PESO DE LA TARA + SUELO HÚMEDO	(gm)	156.43	155.09
PESO DE LA TARA + SUELO SECO	(gm)	133.88	131.43
PESO DEL AGUA	(gm)	22.55	23.66
PESO DE LA TARA	(gm)	40.23	40.23
PESO DEL SUELO SECO	(gm)	93.65	91.20
HUMEDAD	%	24.08	25.94
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	25.01	

CALCULO

$$W\% = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

W% = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
W_h = PESO DE LA MUESTRA HUMEDA
W_s = PESO DE LA MUESTRA SECA

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MIJANGZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: Jr. Ancash 456

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



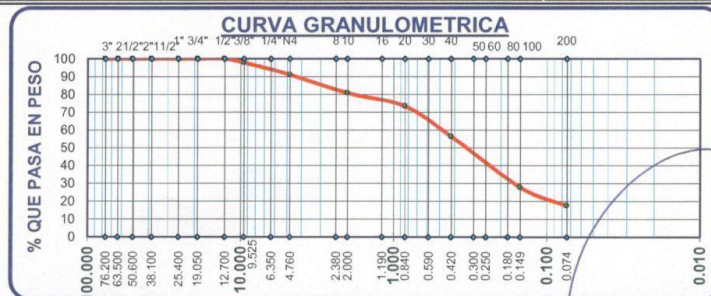
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 204, NORMA ASTM D 422, NORMA AASHTO T27)

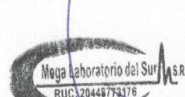
PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 01, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 0.00 AL 0.20 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	RESUMEN DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % DE GRÁVA ----- 8.90 % DE ARENA ----- 73.67 % DE FINOS ----- 17.44
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.60	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA L. LÍQUIDO ----- 30.80 L. PLÁSTICO ----- 24.31 L. DE PLASTICIDAD ----- 6.48
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.17	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	6.00	2.14	2.14	97.86	
Nº 4	4.76	19.00	6.76	8.90	91.10	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ----- SM AASHTO ----- A-2-4 OBS:
Nº 10	2.00	29.00	10.32	19.22	80.78	
Nº 20	0.84	21.00	7.47	26.69	73.31	
Nº 40	0.42	48.00	17.08	43.77	56.23	
Nº 100	0.14	80.00	28.47	72.24	27.76	CONTENIDO DE HUMEDAD 25.01 %
Nº 200	0.07	29.00	10.32	82.56	17.44	
BASE		49.00	17.44	100.00	0.00	
TOTAL		281.00	100.00			



ALEX DAVID MUÑOZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: Jr. Ancash 456

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



LIMITES DE CONSISTENCIA

(METODO DE ENSAYO MTC E 110-111, NORMA ASTM D 4318-84, NORMA AASHTO T 89-90)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 01, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 0.00 AL 0.20 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. NO PRESENTA

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO	N°	1	2	3
CAPSULA	N°	T - 74	T - 100	T - 109
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	69.46	84.26	78.81
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	62.83	74.79	70.33
AGUA	gr.	6.63	9.47	8.48
PESO DE LA CAPSULA	gr.	40.44	43.42	43.72
PESO DEL SUELO SECO	gr.	22.39	31.37	26.61
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	29.61	30.19	31.87
NUMERO DE GOLPES	N°	37	24	19

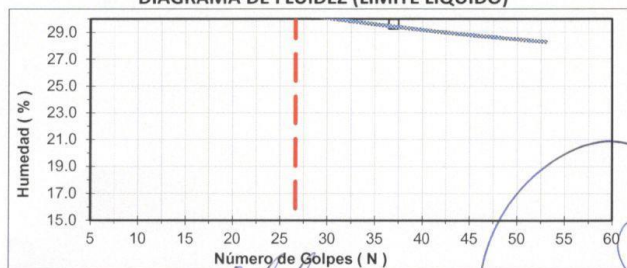
LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO	N°	1	2	3
CAPSULA	N°	T - 10	T - 104	T - 111
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	44.49	42.60	45.00
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	44.1	42.24	44.61
AGUA	gr.	0.39	0.36	0.39
PESO DE LA CAPSULA	gr.	42.49	40.77	43.00
PESO DEL SUELO SECO	gr.	1.61	1.47	1.61
LIMITE PLASTICO	%	24.22	24.49	24.22

LÍMITES DE CONSISTENCIA

% LIMITE LIQUIDO	30.80
% LIMITE PLASTICO	24.31
% INDICE DE PLASTICIDAD	6.48

DIAGRAMA DE FLUIDEZ (LIMITE LIQUIDO)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 ALEX DAVID MUNIZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA
SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 02, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 0.20 AL 1.20 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V. **N.F.** : NO PRESENTA

% CONTENIDO DE HUMEDAD	
27.20	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS	CL
AASTHO	A-6
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
% DE GRAVA	0.00
% DE ARENA	43.31
% DE FINOS	56.69
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITES LÍQUIDO	37.74
LÍMITE PLÁSTICO	20.62
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	17.12



ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia:
Jr. Ancash 456



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



CONTENIDO DE HUMEDAD

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 115, NORMA ASTM D 1557, NORMA AASHTO T 180)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 02, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 0.20 AL 1.20 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA

ENSAYO	N°	1	2
TARA	N°	T- 63	T- 10
PESO DE LA TARA + SUELO HÚMEDO	(gm)	129.74	115.02
PESO DE LA TARA + SUELO SECO	(gm)	111.41	99.28
PESO DEL AGUA	(gm)	18.33	15.74
PESO DE LA TARA	(gm)	42.79	42.45
PESO DEL SUELO SECO	(gm)	68.62	56.83
HUMEDAD	%	26.71	27.70
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	27.20	

CALCULO

$$W\% = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

W% = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
W_h = PESO DE LA MUESTRA HUMEDA
W_s = PESO DE LA MUESTRA SECA

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 ALEX DAVID MUÑOZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



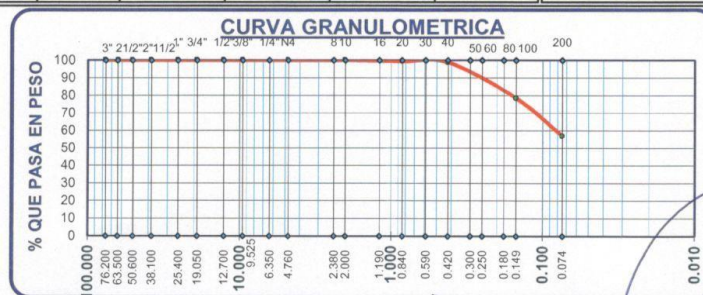
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 204, NORMA ASTM D 422, NORMA AASHTO T27)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 02, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 0.20 AL 1.20 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. : NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	RESUMEN DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % DE GRAVA ----- 0.00 % DE ARENA ----- 43.31 % DE FINOS ----- 56.69
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.60	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA L. LÍQUIDO ----- 37.74 L. PLÁSTICO ----- 20.62 I. DE PLASTICIDAD ----- 17.12
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.17	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº 4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ----- CL AASHTO ----- A-6 OBS:
Nº 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº 20	0.84	1.00	0.64	0.64	99.36	
Nº 40	0.42	1.00	0.64	1.27	98.73	
Nº 100	0.14	32.00	20.38	21.66	78.34	CONTENIDO DE HUMEDAD 27.20 %
Nº 200	0.07	34.00	21.66	43.31	56.69	
BASE		89.00	56.69	100.00	0.00	
TOTAL		157.00	100.00			



ALEX DAVID MUJICA VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



LÍMITES DE CONSISTENCIA

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 110-111, NORMA ASTM D 4318-84, NORMA AASHTO T 89-90)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"

UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON

SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO

MUESTRA : ESTRATO 02, SONDEO - 01

PROFUNDIDAD : 0.20 AL 1.20 METROS

FECHA : MAYO DEL 2021

INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.

TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. : NO PRESENTA

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO	N°	1	2	3
CAPSULA	N°	T-101	T-120	T-130
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	58.19	58.95	51.07
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	48.90	51.93	46.34
AGUA	gr.	9.29	7.02	4.73
PESO DE LA CAPSULA	gr.	30.12	31.83	30.77
PESO DEL SUELO SECO	gr.	18.78	20.10	15.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	49.47	34.93	30.38
NUMERO DE GOLPES	N°	12	22	33

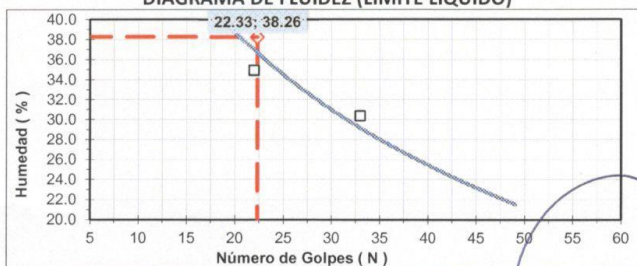
LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO	N°	1	2	3
CAPSULA	N°	T-109	T-105	T-106
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	55.51	52.83	54.54
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	55.27	52.35	54.22
AGUA	gr.	0.24	0.48	0.32
PESO DE LA CAPSULA	gr.	54.09	50.05	52.67
PESO DEL SUELO SECO	gr.	1.18	2.30	1.55
LÍMITE PLÁSTICO	%	20.34	20.87	20.65

LÍMITES DE CONSISTENCIA

% LÍMITE LÍQUIDO	37.74
% LÍMITE PLÁSTICO	20.62
% ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.12

DIAGRAMA DE FLUIDEZ (LÍMITE LÍQUIDO)



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MUNITZ VARGA

TÉCNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

WALTER MACHACA ZAMATA

INGENIERO CIVIL CP. N° 126148

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)

Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404

998 998 948

Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 03, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 1.20 AL 2.00 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V. N.F. : NO PRESENTA

% CONTENIDO DE HUMEDAD	
18.25	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS	SW
AASTHO	A-1-a
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
% DE GRAVA	16.73
% DE ARENA	79.52
% DE FINOS	3.76
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITES LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	NP



ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 726148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



CONTENIDO DE HUMEDAD

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 115, NORMA ASTM D 1557, NORMA AASHTO T 180)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 03, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 1.20 AL 2.00 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA

ENSAYO	N°	1	2
TARA	N°	T-104	T-64
PESO DE LA TARA + SUELO HÚMEDO	(gm)	90.03	98.62
PESO DE LA TARA + SUELO SECO	(gm)	82.24	89.80
PESO DEL AGUA	(gm)	7.79	8.82
PESO DE LA TARA	(gm)	40.77	40.01
PESO DEL SUELO SECO	(gm)	41.47	49.79
HUMEDAD	%	18.79	17.71
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	18.25	

CALCULO

$$W\% = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

W% = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
W_h = PESO DE LA MUESTRA HUMEDA
W_s = PESO DE LA MUESTRA SECA

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 RUC: 20448773176
 ALEX DAVID MUJICA YARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 RUC: 20448773176
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404

998 998 948

Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y PATRONES DE REFERENCIA

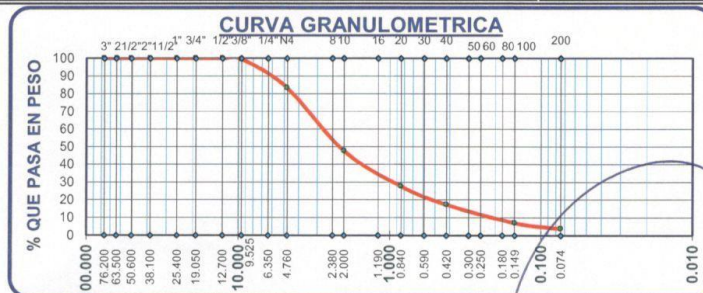


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 204, NORMA ASTM D 422, NORMA AASHTO T27)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 03, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 1.20 AL 2.00 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V. N.F. : NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	RESUMEN DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % DE GRAVA ----- 16.73 % DE ARENA ----- 79.52 % DE FINOS ----- 3.76
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.60	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA L. LÍQUIDO ----- NP L. PLÁSTICO ----- NP L. DE PLASTICIDAD ----- NP
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.17	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	13.54	0.58	0.58	99.42	
Nº 4	4.76	374.00	16.14	16.73	83.27	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ----- SW AASHTO ----- A-1-a OBS:
Nº 10	2.00	827.00	35.70	52.43	47.57	
Nº 20	0.84	461.00	19.90	72.33	27.67	
Nº 40	0.42	239.00	10.32	82.65	17.35	
Nº 100	0.14	239.00	10.32	92.96	7.04	CONTENIDO DE HUMEDAD 18.25 %
Nº 200	0.07	76.00	3.28	96.24	3.76	
BASE		87.00	3.76	100.00	0.00	
TOTAL		2316.54	100.00			



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 ALEX DAVID MUNIZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 110-111, NORMA ASTM D 4318-84, NORMA AASHTO T 89-90)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 03, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 1.20 AL 2.00 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO	N°	
CAPSULA	N°	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gf.	
CAPSULA + SUELO SECO	gf.	
AGUA	gf.	
PESO DE LA CAPSULA	gf.	
PESO DEL SUELO SECO	gf.	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	
NUMERO DE GOLPES	N°	

NP

$$LL = Wh \left(\frac{\# \text{ golpes}}{25} \right)^{0.121}$$

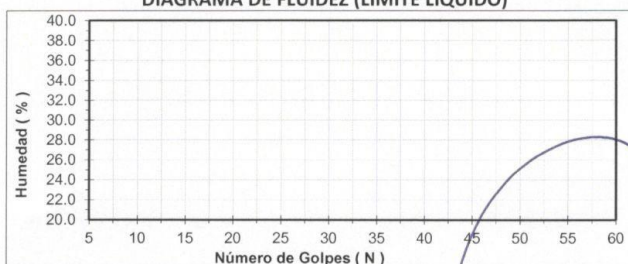
LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO	N°			
CAPSULA	N°			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gf.			
CAPSULA + SUELO SECO	gf.			
AGUA	gf.			
PESO DE LA CAPSULA	gf.			
PESO DEL SUELO SECO	gf.			
LÍMITE PLÁSTICO	%			

LÍMITES DE CONSISTENCIA

% LÍMITE LÍQUIDO	NP
% LÍMITE PLÁSTICO	NP
% ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

DIAGRAMA DE FLUIDEZ (LÍMITE LÍQUIDO)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 ALEX DAVID MUNIZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 04, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 2.00 AL 3.60 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V. N.F. : NO PRESENTA

% CONTENIDO DE HUMEDAD	
20.84	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS	SP-SM
AASTHO	A-1-b
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
% DE GRAVA	35.39
% DE ARENA	53.04
% DE FINOS	11.57
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITES LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	NP



DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur SRL



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



CONTENIDO DE HUMEDAD

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 115, NORMA ASTM D 1557, NORMA AASHTO T 180)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 04, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 2.00 AL 3.60 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA

ENSAYO	Nº	1	2
TARA	Nº	T- 16	T- 100
PESO DE LA TARA + SUELO HÚMEDO	(gm)	172.20	172.50
PESO DE LA TARA + SUELO SECO	(gm)	149.38	149.68
PESO DEL AGUA	(gm)	22.82	22.82
PESO DE LA TARA	(gm)	40.58	39.48
PESO DEL SUELO SECO	(gm)	108.80	110.20
HUMEDAD	%	20.97	20.71
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	20.84	

CALCULO

$$W\% = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

W% = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
W_h = PESO DE LA MUESTRA HUMEDA
W_s = PESO DE LA MUESTRA SECA

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 ALEX DAVID MUNIZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. Nº 126148
 ESPECIALISTA EN GEOPECIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
 Email: megalaboratorio@hotmail.com

(Referencia: Jr. Ancash 456)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



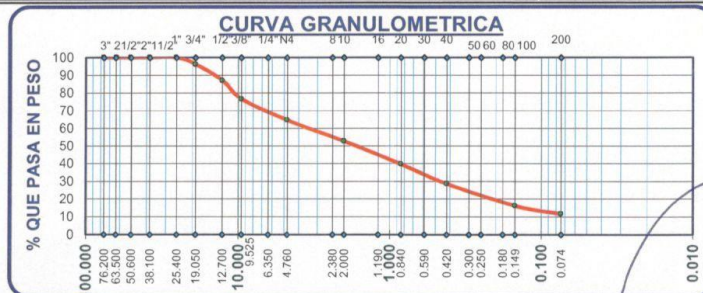
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 204, NORMA ASTM D 422, NORMA AASHTO T27)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 04, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 2.00 AL 3.60 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. : NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	RESUMEN DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % DE GRAVA ----- 35.39 % DE ARENA ----- 53.04 % DE FINOS ----- 11.57
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.60	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA L. LÍQUIDO ----- NP L. PLÁSTICO ----- NP L. DE PLASTICIDAD ----- NP
3/4"	19.05	32.54	3.88	3.88	96.12	
1/2"	12.17	76.56	9.14	13.02	86.98	
3/8"	9.53	87.43	10.44	23.46	76.54	
Nº 4	4.76	99.87	11.92	35.39	64.61	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ----- SP-SM AASTHO ----- A-1-b OBS:
Nº 10	2.00	100.43	11.99	47.38	52.62	
Nº 20	0.84	109.47	13.07	60.45	39.55	
Nº 40	0.42	92.21	11.01	71.45	28.55	
Nº 100	0.14	103.63	12.37	83.83	16.17	CONTENIDO DE HUMEDAD 20.84 %
Nº 200	0.07	38.56	4.60	88.43	11.57	
BASE		96.92	11.57	100.00	0.00	
TOTAL		837.62	100.00			



ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 110-111, NORMA ASTM D 4318-84, NORMA AASHTO T 89-90)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021"

UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANCUNI, WILSON

SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO

MUESTRA : ESTRATO 04, SONDEO - 01

PROFUNDIDAD : 2.00 AL 3.60 METROS **N.F.** : NO PRESENTA

FECHA : MAYO DEL 2021

INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.

TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO	N°	
CAPSULA	gr.	
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	
AGUA	gr.	
PESO DE LA CAPSULA	gr.	
PESO DEL SUELO SECO	gr.	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	
NUMERO DE GOLPES	N°	

NP

$$LL = Wh \left(\frac{\# \text{ golpes}}{25} \right)^{0.121}$$

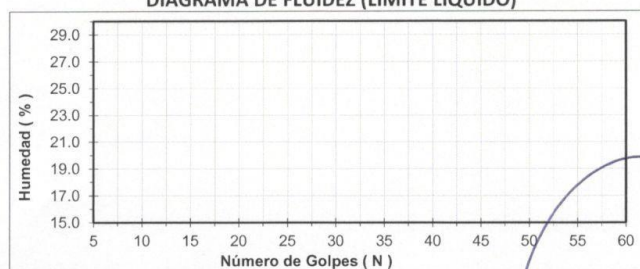
LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO	N°			
CAPSULA	N°			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.			
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.			
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.			
LÍMITE PLÁSTICO	%			

LÍMITES DE CONSISTENCIA

% LÍMITE LÍQUIDO	NP
% LÍMITE PLÁSTICO	NP
% ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

DIAGRAMA DE FLUIDEZ (LÍMITE LÍQUIDO)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUJICA YARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404

Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021"

UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON

SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO

MUESTRA : ESTRATO 05, SONDEO - 01

PROFUNDIDAD : 3.60 AL 4.50 METROS **N.F.** : NO PRESENTA

FECHA : MAYO DEL 2021

INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.

TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

% CONTENIDO DE HUMEDAD	
23.92	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS	GW-GM
AASTHO	A-1-a
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
% DE GRAVA	49.50
% DE ARENA	45.04
% DE FINOS	5.46
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITES LÍQUIDO	22.48
LÍMITE PLÁSTICO	21.35
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	1.13



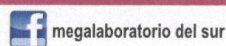
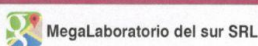
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUNIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126146
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

(Referencia: Jr. Ancash 456)



Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



CONTENIDO DE HUMEDAD

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 115, NORMA ASTM D 1557, NORMA AASHTO T 180)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 05, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 3.60 AL 4.50 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA

ENSAYO	Nº	1	2
TARA	Nº	T-19	T- 61
PESO DE LA TARA + SUELO HÚMEDO	(gm)	134.44	137.11
PESO DE LA TARA + SUELO SECO	(gm)	116.89	118.17
PESO DEL AGUA	(gm)	17.55	18.94
PESO DE LA TARA	(gm)	42.61	39.93
PESO DEL SUELO SECO	(gm)	74.28	78.24
HUMEDAD	%	23.63	24.21
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	23.92	

CALCULO

$$W\% = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

W% = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
W_h = PESO DE LA MUESTRA HUMEDA
W_s = PESO DE LA MUESTRA SECA



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUMTZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

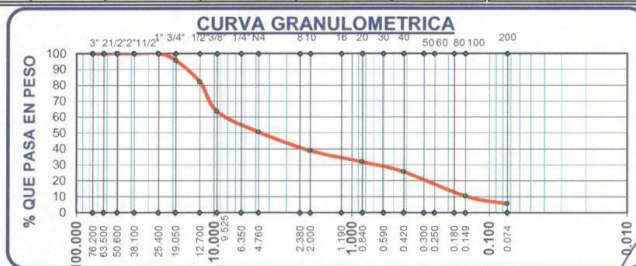


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 204, NORMA ASTM D 422, NORMA AASHTO T 27)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 05, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 3.60 AL 4.50 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	RESUMEN DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.60	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	LÍMITES DE CONSISTENCIA
3/4"	19.05	23.00	4.48	4.48	95.52	
1/2"	12.17	69.87	13.62	18.11	81.89	
3/8"	9.53	95.00	18.52	36.63	63.37	
Nº 4	4.76	66.00	12.87	49.50	50.50	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
Nº 10	2.00	60.00	11.70	61.20	38.80	
Nº 20	0.84	36.00	7.02	68.22	31.78	
Nº 40	0.42	32.00	6.24	74.46	25.54	
Nº 100	0.14	78.00	15.21	89.67	10.33	OBS: el material presenta fracturamiento de roca dacita como tambien procesos de conglomerado
Nº 200	0.07	25.00	4.87	94.54	5.46	
BASE		28.00	5.46	100.00	0.00	
TOTAL		512.87	100.00			



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 ALEX DAVID MÚÑIZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
 Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia: (Jr. Ancash 456)

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 05: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



LIMITES DE CONSISTENCIA

(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 110-111, NORMA ASTM D 4318-84, NORMA AASHTO T 89-90)

PROYECTO : "DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO – 2021"
UBICACIÓN : ABARCA VARGAS, HAROLD URIEL Y CONDORI HUANACUNI, WILSON
SOLICITANTE : SONDEO 01, BARRIO MANTO
MUESTRA : ESTRATO 05, SONDEO - 01
PROFUNDIDAD : 3.60 AL 4.50 METROS
FECHA : MAYO DEL 2021
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA

LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO	N°	1	2	3
CAPSULA	N°	T - 16	T - 11	T - 12
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	46.67	57.65	48.97
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	42.04	55.39	45.76
AGUA	gr.	4.63	2.26	3.21
PESO DE LA CAPSULA	gr.	23.30	45.00	30.50
PESO DEL SUELO SECO	gr.	18.74	10.39	15.26
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	24.69	21.70	21.04
NUMERO DE GOLPES	N°	18	24	33

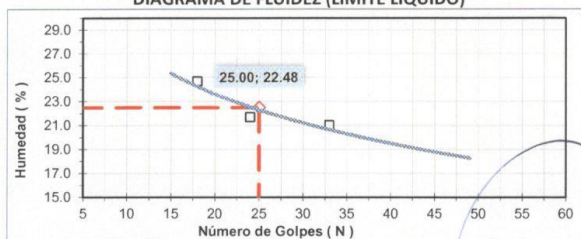
LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO	N°	1	2	3
CAPSULA	N°	T-106	T-65	T-02
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	43.42	42.93	41.05
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	43.12	42.60	40.72
AGUA	gr.	0.3	0.33	0.33
PESO DE LA CAPSULA	gr.	41.72	41.01	39.21
PESO DEL SUELO SECO	gr.	1.40	1.59	1.51
LIMITE PLASTICO	%	21.43	20.75	21.85

LÍMITES DE CONSISTENCIA

% LIMITE LIQUIDO	22.48
% LIMITE PLASTICO	21.35
% INDICE DE PLASTICIDAD	1.13

DIAGRAMA DE FLUIDEZ (LIMITE LIQUIDO)



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 ALEX DAVID MUNIZ VARGA
 TÉCNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
 RUC: 20448773176
 WALTER MACHACK ZAMATA
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
 Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del sur SRL

facebook megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
 998 998 948
 Teléfono: 051-355431

Anexo N° 06: NOMENCLATURA

Para efectos del presente estudio de investigación, se consideró la siguiente nomenclatura:

Termino	Nomenclatura
Fuerza en el Disipador	F
Constante arbitraria de amortiguamiento (valor que permanece constante en toda la gama de velocidades).	C
Velocidad de amortiguamiento.	V
Exponente que oscila entre 0.4 – 0.6 para edificaciones (valor que permanece constante en toda la gama de velocidad).	α
Factor de reducción de la respuesta sísmica	B_{xy}
Amortiguamiento inherente a la estructura, (para edificaciones de concreto armado 5 %)	B_o
Amortiguamiento efectivo	$\beta_{eff}XY$
Amortiguamiento viscoso	β_H
Amortiguamiento efectivo	β_{eff}
Factor de zona	Z
Categoría de la edificación o factor de uso	U
Coeficiente de amplificación sísmica dependiente del periodo	C
Factor de suelo	S
Coeficiente de reducción sísmica	R
Aceleración de la Gravedad	g
Rigidez del brazo Metálico	K
Coeficiente de Elasticidad del acero	E
Área de la sección del brazo metálico	A
Longitud del brazo metálico	L
Factor de reducción de respuesta sísmica	B_{xy}
Deriva máxima del edificio que no pasa el control mediante el análisis tiempo historia lineal con sismo de diseño	$D_{max}XY$
Deriva objetivo o diseño	$D_{objetivo}$
Fuerza cortante en la base de la estructura	V
Peso total de la edificación	P
Factor de amplificación sísmica.	C
Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio	C_T
Altura total de la edificación en metros.	h_n
Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico	T

Anexo N° 07: ECUACIONES

❖ Ecuación general:

Ecuación 1: Ecuación de la Fuerza en el Disipador

$$F = CV^\alpha$$

Dónde:

(F) Fuerza del amortiguador.

(C) Constante arbitraria de amortiguamiento (valor que permanece constante en toda la gama de velocidades).

(V) Velocidad de amortiguamiento.

(α) Exponente que oscila entre 0.4 – 0.6 para edificaciones (valor que permanece constante en toda la gama de velocidad).

❖ Amortiguamiento efectivo (β_{eff})

Ecuación 2: el valor del amortiguamiento efectivo del disipador se realizará tanto para el eje X y Y, se determina mediante la fórmula.

$$B_x = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_o)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff} X)} \quad B_y = \frac{2.31 - 0.41 \ln(B_o)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff} Y)}$$

Fórmulas de B_x y B_y tendrá que simplificarse en $\beta_{eff} XY$ su valor respectivamente.

Dónde:

(B_{xy}) = Factor de reducción de la respuesta sísmica

(B_o) = Amortiguamiento inherente a la estructura, (para edificaciones de concreto armado 5 %)

$\beta_{eff} XY$ = Amortiguamiento efectivo

❖ Amortiguamiento viscoso β_H

Ecuación 3: El cálculo de amortiguamiento viscoso

$$\beta_H X = \beta_{eff} X - 5\% \quad \beta_H Y = \beta_{eff} Y - 5\%$$

Anexo N° 07: ECUACIONES

❖ Espectro de diseño:

Ecuación 4: Espectro de Diseño

$$V_{xy} = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

Dónde:

- (V) = Fuerza cortante en la base.
- (Z) = Factor de zona.
- (U) = Factor de uso o importancia.
- (C) = Factor de amplificación sísmica.
- (S) = Factor de amplificación del suelo.
- (R) = Coeficiente de reducción sísmica.
- (g) = Aceleración de la gravedad

❖ Velocidad del disipador:

Ecuación 5: Velocidad de Disipador

$$V = \sqrt[\alpha]{\frac{F}{C}} \text{ m/s}$$

❖ Balance energético:

Ecuación 6: El porcentaje de disipación de energía sísmica.

$$\% \text{ de disipacion de energia} = \frac{\text{energia disipada por los dispositivos}}{\text{energia de entrada del sismo severo}} \times 100$$

❖ La ecuación de la energía de un edificio sin disipador

Ecuación 7: Ecuación Sin Disipadores

$$E_{sismo} = E_{cinetica} + E_{potencial} + E_{edificio}$$

Anexo N° 07: ECUACIONES

❖ La ecuación de la energía de un edificio con disipador

Ecuación 8: Ecuación Con Disipadores

$$E_{sismo} = E_{cinetica} + E_{potencial} + E_{edificio} + E_{disipador}$$

❖ Rigidez del Brazo Metálico “K”:

Ecuación 9: brazo metálico “K”

$$K = \left(\frac{EA}{L} \right)$$

Donde:

E = Coeficiente de Elasticidad del acero.

A = Área de la sección del brazo metálico.

L = Longitud del brazo metálico.

❖ El factor de reducción de la respuesta sísmica (B)

Ecuación 10: determinar mediante la ecuación el (B) se tendrá que realizarse tanto para el eje X y Y, mediante las Siguiete formula.

$$B_x = \left(\frac{D_{maxX}}{D_{objetivo}} \right) \quad B_y = \left(\frac{D_{maxY}}{D_{objetivo}} \right)$$

Donde:

(B_{xy}) Factor de reducción de respuesta sísmica

(D_{maxXY}) Deriva máxima del edificio que no pasa el control mediante el análisis tiempo historia lineal con sismo de diseño

($D_{objetivo}$) Deriva objetivo o diseño

❖ Fuerza de Corte Basal:

Ecuación 11: Fuerza Cortante en la Base.

$$V = \frac{Z * U * C * S * P}{R}$$

Anexo N° 07: ECUACIONES

Dónde:

(V) = Fuerza cortante en la base.

(Z) = Factor de zona.

(U) = Factor de uso o importancia.

(C) = Factor de amplificación sísmica.

(R) = Coeficiente de reducción sísmica.

(P) = Peso de la edificación

❖ Periodo fundamental de Vibración.

Ecuación 12: Periodo fundamental de Vibración

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Dónde:

T = Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico.

hn = Altura total de la edificación en metros.

Ct = Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

❖ Amplitud del desplazamiento.

Ecuación 13: Amplitud del desplazamiento.

$$A = \frac{10 \cdot g \cdot r \cdot S_a \cdot T_1}{4B_{mD} \cdot \pi^2}$$

Dónde:

A = Amplitud del desplazamiento.

g = Aceleración de la gravedad.

r = Factor de participación del modo fundamental de vibración.

Sa = Aceleración espectral del sismo de diseño.

r = Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

Anexo N° 07: ECUACIONES

T_1 = Periodo del modo predominante de análisis.

B_{mD} = Coeficiente de amortiguamiento.

❖ Frecuencia angular.

Ecuación 14: Frecuencia angular.

$$w = \frac{2\pi}{T}$$

Dónde:

w = Frecuencia angular.

T = Periodo del modo predominante de análisis.

❖ Coeficiente de amortiguamiento no lineal.

Ecuación 15: Coeficiente de amortiguamiento no lineal.

$$\sum c_j = \frac{B_H \cdot 2\pi \cdot A^{1-a} \cdot w^{2-a} \cdot (\sum m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+a} \cdot \cos^{1+a} \theta_j)}$$

Dónde:

C_j = Coeficiente de amortiguamiento no lineal.

B_h = Amortiguamiento viscoso de la estructura.

A = Amplitud del desplazamiento.

w = Frecuencia angular.

m_i = Masa del nivel i .

m_i = Masa del nivel i .

ϕ_i = Desplazamiento modal en el piso i .

λ = Parámetro λ .

θ_j = Angulo de inclinación del disipador j .

ϕ_{rj} = Desplazamiento modal relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal.

Anexo N° 08: DISEÑO SISMORESISTENTE NTP E.030

a) Zonificación:

Ubicación: Departamento de Puno, Provincia de Puno, Ciudad de Puno. Está ubicada en Barrio Alto santa Rosa, Jirón 30 de agosto.

Factores de Zona (Z)

Tabla N° 01	
FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Según la Norma E. 030 Diseño Sismorresistente.

b) Perfil de suelo

Los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s), o alternatively, para suelos granulares, el promedio ponderado de los \bar{N}_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (\bar{S}_u) para suelos cohesivos.

Clasificación de los perfiles de suelo.

Tabla N° 02			
CLASIFICACIÓN DE LOS PERILES DE SUELO			
PERFIL	Vs	N60	S _u
So	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	<180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: según la Norma E. 030 Diseño Sismorresistente.

Anexo N° 08: DISEÑO SISMORESISTENTE NTP E.030

c) Parámetros de Sitio (S , T_P y T_L):

Se considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L dados en las Tablas.

Factores de Suelo “S”.

Tabla N° 03 FACTOR DEL SUELO “S”				
SUELO/ ZONA	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Según la Norma E. 030 Diseño Sismorresistente.

Periodo de T_P y T_L

Tabla N° 04 Periodo de T_P y T_L				
Perfil de Suelo				
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Según la Norma E. 030 Diseño Sismorresistente.

d) Factores de Amplificación Sísmica (C)

Se determinará con los siguientes parámetros establecidos en la norma E.030 “Diseño Sismorresistente” donde estable los siguientes parámetros:

$$\begin{aligned} T < T_P & C = 2,5 \\ T_P < T < T_L & C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T} \right) \\ T > T_L & C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Anexo N° 08: DISEÑO SISMORESISTENTE NTP E.030

e) Categoría de las edificaciones y factor de U

Tabla N° 05 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
“A” Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados)	Ver nota 1
	A2: las edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como son: establecimientos de salud no comprometidos en la categoría A1. Puertos, Aeropuertos, Estaciones ferroviarias, sistema masivo de transporte, municipalidades, centrales de comunicaciones, estación de bomberos, cuarteles fuerza armada o policía, etc. Incluye a las edificaciones que pueden servir como refugio: Instituciones Educativas, institutos, universidades.	1.5
	“B” Edificaciones Importantes Edificios que almacenen archivo e información esencial del estado. Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.3
“C” Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0

Fuente: Norma E030 “Diseño Sismorresistente”.

f) Sistema Estructura y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerza Sísmicas (R_0):

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis.

Anexo N° 08: DISEÑO SISMORESISTENTE NTP E.030

Coeficiente de reducción sísmica

Tabla N° 07 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
SISTEMA ESTRUCTURAL	Coef. Básico de reducción R_0 (*)
ACERO:	
Pórticos Especiales Resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
COCRETO ARMADO:	
Pórtico	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
ALBAÑILERÍA ARMADA O CONFINADA	3
MADERA (Por esfuerzos Admisibles)	7 (**)

Fuente: Norma E030 "Diseño Sismorresistente".

g) Coeficiente de Reducción de fuerzas sísmicas

$$R = R_0 * I_a * I_p = 6 * 1 * 1 = 6$$

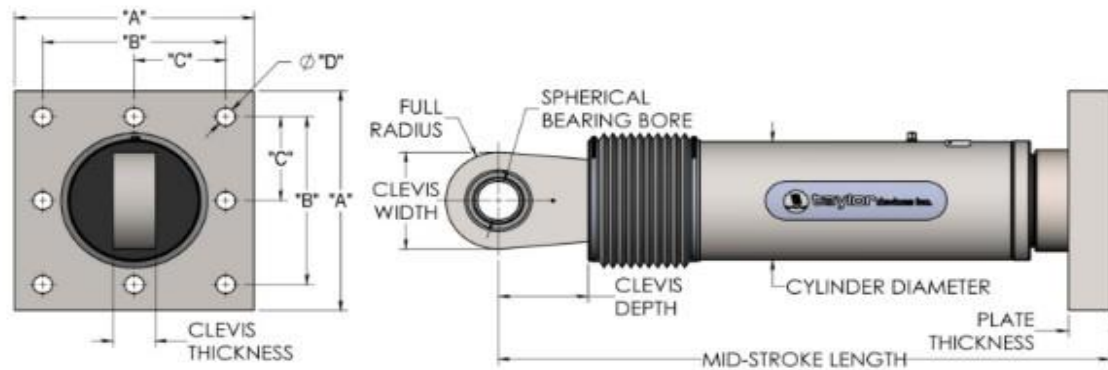
h) Irregularidad

- ✓ Categoría C, Factor de Zona 3, según sus Restricciones: no se permiten irregularidades extremas.
- ✓ Irregularidades estructurales en altura I_a : 1
- ✓ Irregularidades estructurales en Planta I_p : 1

Anexo N° 09: HOJA TÉCNICA DE LOS DISIPADORES TAYLOR.



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES CLEVIS – BASE PLATE CONFIGURATION, METRIC UNITS



NOTE:

VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE, FROM ± 50 TO ± 900 mm. FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE FROM THE STANDARD STROKE VERSION DEPICTED CHANGES THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER ± 1 mm OF STROKE.

EXAMPLE: 1000kN ± 100 mm STROKE, MID-STROKE LG IS 1048mm
1000 kN ± 150 mm STROKE, 150-100= 50, 50*5=250
1048+250 = 1298 mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS DESIRED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR DEVICES FOR STROKE OVER ± 300 mm AND/OR FOR FORCE CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)	"A" (mm)	"B" (mm)	"C" (mm)	"D" (mm)	PLATE THICKNESS (mm)
250	17120	38.10	787	± 75	43	100	83	33	114	44	178 ± 3	127 ± 25	†	20.6 ± 25	38 ± 76
500	17130	50.80	997	± 100	55	127	102	44	150	98	282 ± 3	203 ± 25	†	31.8 ± 25	38 ± 76
750	17140	57.15	1016	± 100	59	155	129	50	184	168	343 ± 3	254 ± 25	127 ± 25	28.7 ± 25	61 ± 76
1000	17150	69.85	1048	± 100	71	185	150	61	210	254	419 ± 3	318 ± 25	159 ± 25	31.8 ± 25	76 ± 1.5
1500	17160	76.20	1105	± 100	77	205	162	67	241	306	432 ± 3	330 ± 25	165 ± 25	34.9 ± 25	76 ± 1.5
2000	17170	88.90	1346	± 125	91	230	191	78	286	500	457 ± 3	343 ± 25	171.5 ± 25	38.1 ± 25	102 ± 1.5
3000	17180	101.60	1441	± 125	117	290	203	89	350	800	508 ± 3	406 ± 25	203 ± 25	41.4 ± 25	102 ± 1.5
4000	17190	127.00	1645	± 125	142	325	273	111	425	1088	**	**	**	**	**
6500	17200	152.40	1752	± 125	154	350	305	121	515	1930	**	**	**	**	**
8000	17210	177.80	1867	± 125	178	415	317	135	565	2625	**	**	**	**	**

† DENOTES 4 HOLE PATTERN, MEANING NO CENTER HOLES.

** CONSULT FACTORY FOR DIMENSIONS.

Anexo N° 10: SOLICITUD Y CONSTANCIA DE PERMISO

SOLICITO: PERMISO PARA REALIZAR TRABAJO
DE INVESTIGACIÓN DE PRE GRADO

Señor(a): Arq. Jimmy Ángel Paucar Payva.
Gerente General de ESCALARQ S.A.C.



Yo, **Bach. Harold Uriel Abarca Vargas**, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 45107543, domiciliado en el Jr. Almagro N° 156, de la ciudad de Juliaca, distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, celular N° 986585134; Yo, **Bach. Wilson Condori Huanacuni**, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 45437012, domiciliado en el Jr. Bolognesi N° 900, de la ciudad de Ilave, distrito de Ilave, provincia el Collao, departamento de Puno, celular N° 925599654, egresados de la Escuela Profesional Ingeniería Civil ante usted respetuosamente exponemos:


Que, para obtener el título profesional en Ingeniería Civil, en la Universidad Cesar Vallejo se requiere realizar el trabajo de investigación de pre grado en su empresa consultora de proyectos, por lo cual solicito el permiso para la realización de trabajo de investigación de pre grado denominada: **"DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021."**


La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será estrictamente confidencial y no se usara para otro propósito fuera de los de esta investigación.

Por tanto,

Solicito a usted, acceder a mi petición.

Puno, 01 de marzo del 2021


.....
Nombre: Bach. Harold U. Abarca Vargas
DNI N°: 45107543


.....
Nombre: Bach. Wilson Condori Huanacuni
DNI N°: 45437012

Anexo N° 10: SOLICITUD Y CONSTANCIA DE PERMISO



CONSTANCIA DE PERMISO

Yo Arq. Jimmy Ángel Paucar Payva gerente general de la empresa constructora “ESCALARQ S.A.C.” con R.U.C. N° 20600453310.

HACE CONSTAR QUE:

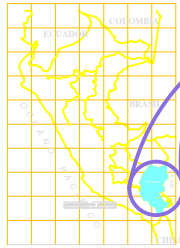
El Bach. Harold Uriel Abarca Vargas identificado con DNI 45107543 y el Bach. Wilson Condori Huanacuni identificado con DNI 45437012, están autorizados y cuentan con todos los permisos necesarios para realizar las actividades del trabajo de investigación denominado: **“DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021.”**, para que puedan presentar su trabajo de investigación a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, y para los fines de estudios correspondientes.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen convenientes.

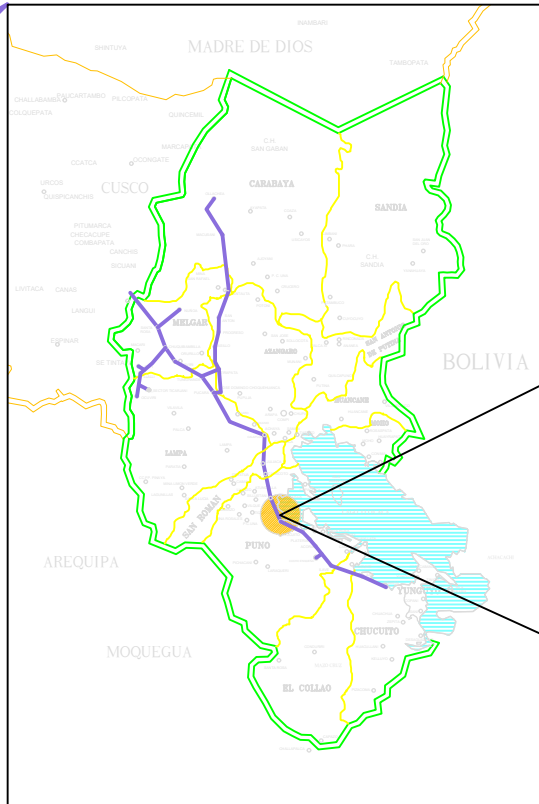
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA
ESCALARQ
ARQ. JIMMY ÁNGEL PAUCAR PAYVA
GERENTE GENERAL

Dirección: Jr. Agustín gamarra N°155 - Puno
Calle Santo Domingo Manzana H - Lote 4 - Barrio Vallecito - Espinar - Cusco
Correo electrónico: Escalaraq.consultores@gmail.com
Teléfonos: 942882971 - 955720045

Anexo N° 11: PLANOS DE LA EDIFICACIÓN.



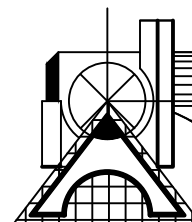
UBICACION POLITICA DEL PROYECTO



UBICACION DE PROVINCIA DE PUNO



URBANIZACION BARRIO MANTO



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO
 TÍTULO: DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SISMICA EN UNA EDIFICACION DE 12 PISOS EN PUNO-2021

Resistas:
 * Abarca Vargas, Harold Uriel
 * Condori Huanacuni, Wilson

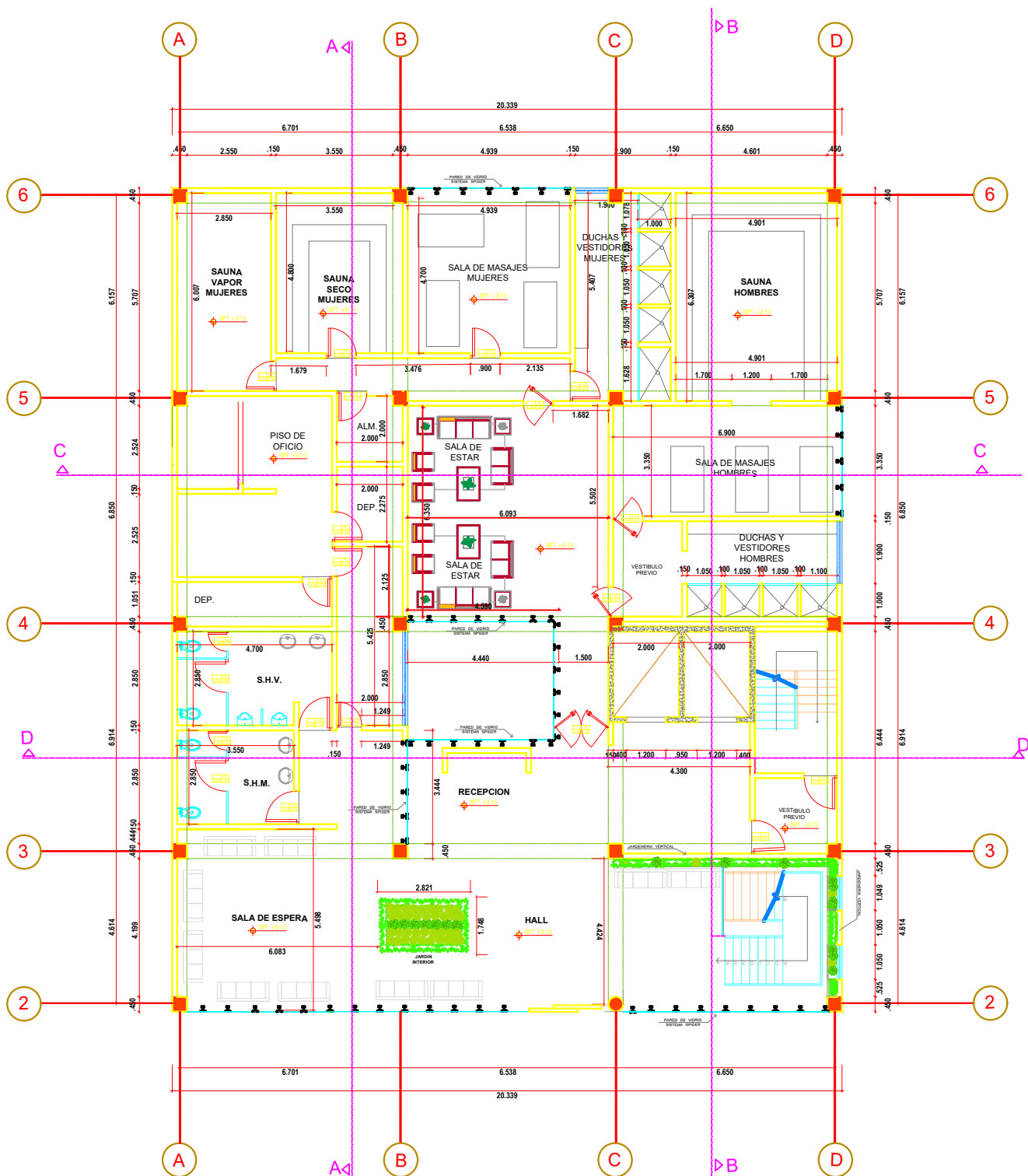
Escala: INDICADA
 Fecha: Junio del 2021

Plano: HOTEL
 PLANO DE UBICACION

Ubicacion:
 Dist.: PUNO
 Prov.: PUNO
 Dpto.: PUNO
 Urbanización: Barrio Manto
 Jiron: San Luis de Alvas
 Elaborado:
 WCH y HUAV

LAMINA:

P-U.12P

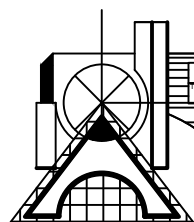


PLANO DE DISTRIBUCION DE 1° PISO

Escala: 1/100

CANTIDAD DE VENTANA			
VENTANA Y TIPO DE VENTANA	ALTO	ANCHO	TIPO
V1	19.47	0.70	VENTANA DE VENTILACION
V2	2.27	0.70	VENTANA DE VENTILACION
V3	0.80	1.00	VENTANA DE VENTILACION
V4	1.10	0.80	VENTANA DE VENTILACION
V5	0.80	0.40	VENTANA DE VENTILACION

CANTIDAD DE VENTANA			
VENTANA Y TIPO DE VENTANA	ALTO	ANCHO	TIPO
V1	0.80	2.40	VENTANA
V2	0.70	2.40	VENTANA
V3	1.00	2.40	VENTANA
V4	0.80	1.00	VENTANA
V5	1.00	1.00	VENTANA
V6	1.00	2.40	VENTANA
V7	2.00	2.40	VENTANA



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO
DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SISMICA EN UNA EDIFICACION DE 12 PISOS EN PUNO 2021

Resistas:

Abarca Vargas, Harold Uriel
Condori Huanacuni, Wilson

Escala:
INDICADA

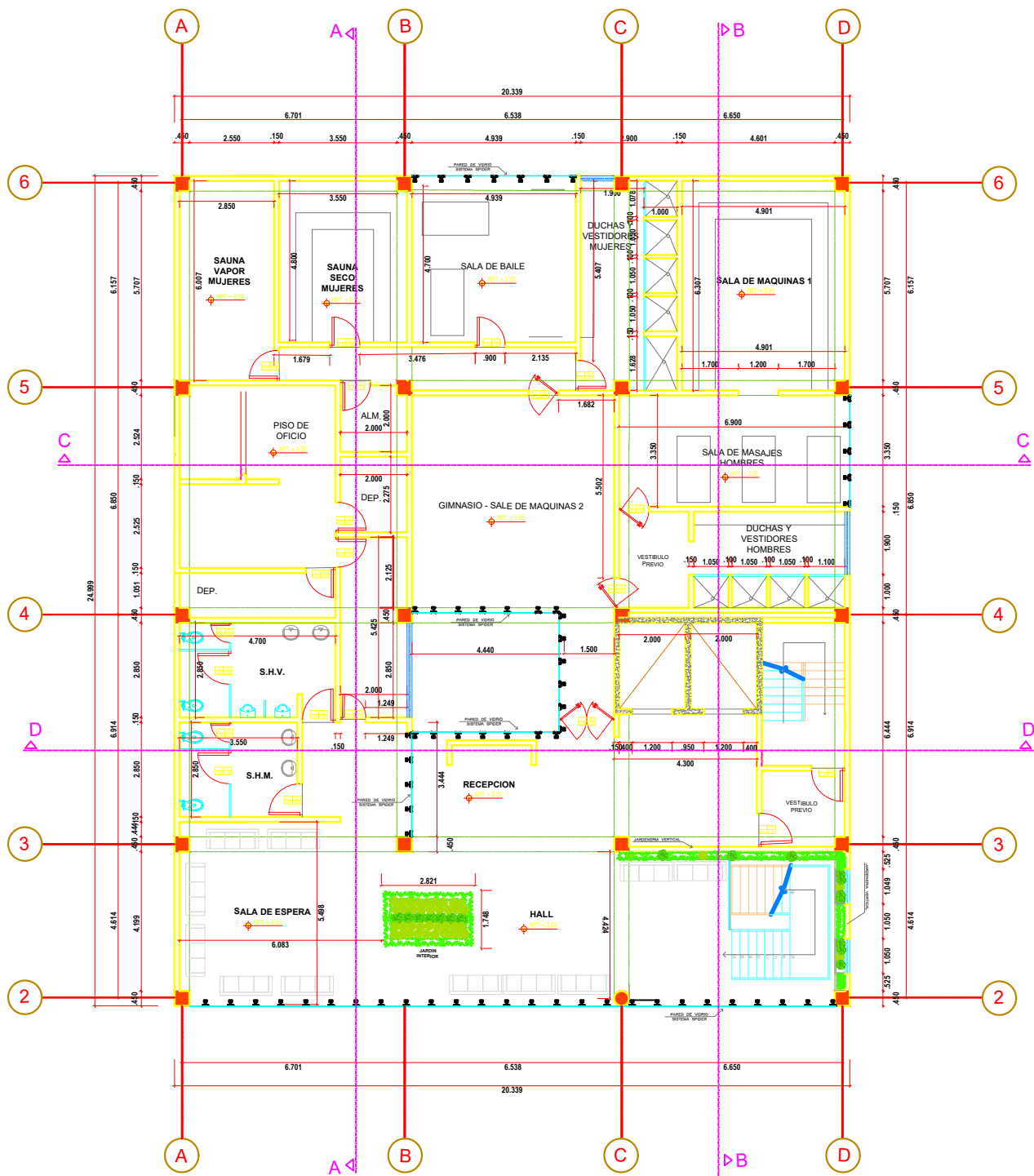
Fecha:
Junio del 2021

Plano: HOTEL
PLANO DE
DISTRIBUCION DE 1°
PISO

Ubicacion:
Dist.: PUNO
Prov.: PUNO
Urbanizacion: Barrio Manto
Jiron: San Luis de Alvarado
Elaborado:
WCH y HUAV

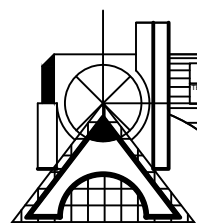
LAMINA:

E-P.01P



PLANO DE DISTRIBUCION DE 2° PISO

Escala: 1/100



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO

DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO-2021

Testistas:

* Abarca Vargas, Harold Uriel
* Condori Huanacuni, Wilson

Plano: HOTEL

PLANO DE
DISTRIBUCION DE 2°
PISO

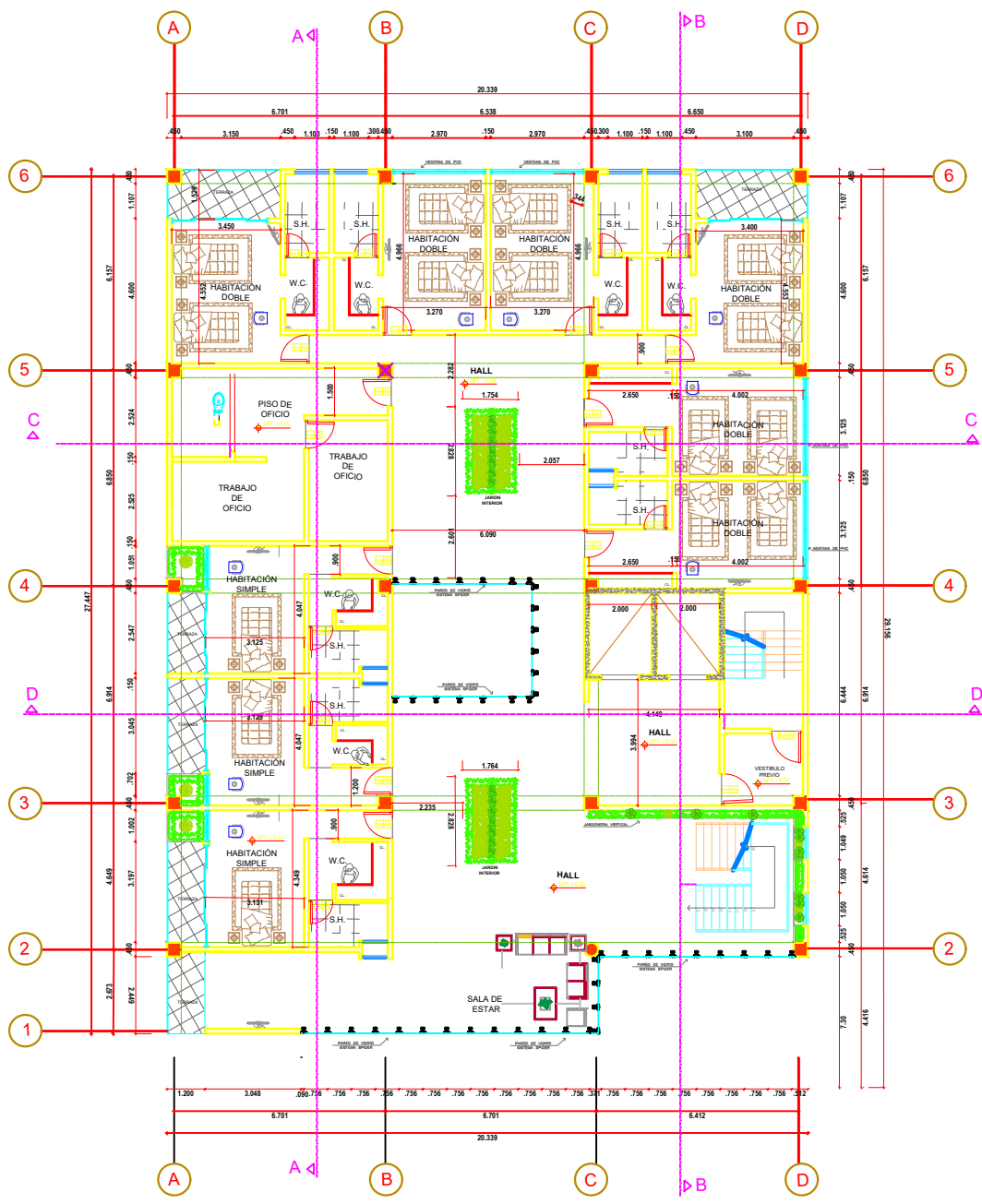
Ubicación:
Dist.: PUNO
Prov.: PUNO
Dpto.: PUNO
Urbanización: Barrio Manto
Jirón: San Luis de Alvarado
Elaborado:
WCH y HJAV

LAMINA:

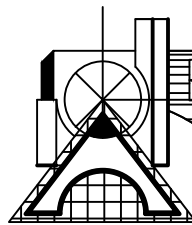
E-P.02P

Escala:
INDICADA

Fecha:
Junio del 2021



PLANO DE DISTRIBUCION DE 3° AL 12° PISO
Escala: 1/100



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO
DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SISMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO-2021

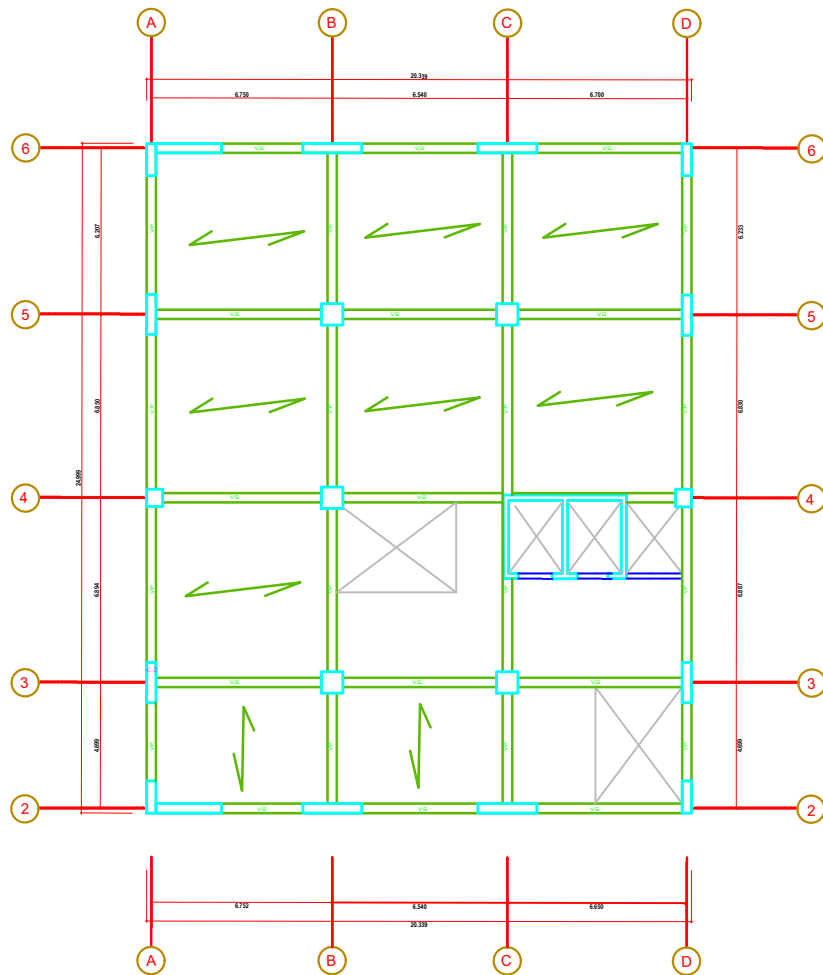
Asesorías:
* Abanca Vargas, Harold Uriel
* Condori Huanacuni, Wilson

Escala: INDICADA
Fecha: Junio del 2021

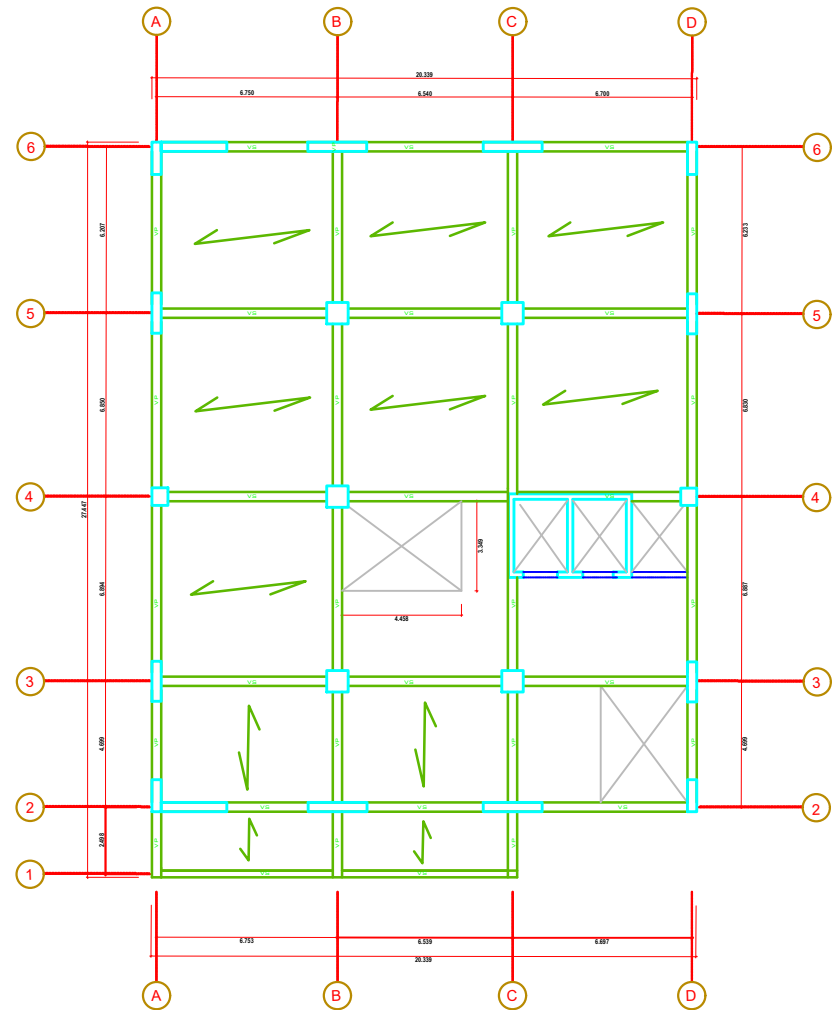
Plano: HOTEL
PLANO DE DISTRIBUCION DE 3° al 12° PISO

Ubicación:
Dist.: PUNO
Prov.: PUNO
Disto.: PUNO
Urbanización: Barrio Manto
Voron: San Luis de Alvarado
Elaborado: WCH y HUAV

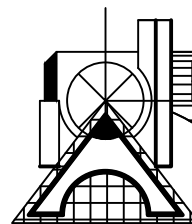
LAMINA:
E-P.03-12P



PLANO DE ESTRUCTURACIÓN TÍPICA DEL 1° Y 2° PISO
Escala: 1/100



PLANO DE ESTRUCTURACIÓN TÍPICA DEL 3° AL 12° PISO
Escala: 1/100



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO
DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO-2021

resistas:
* Abarca Vargas, Harold Uriel
* Condori Huanacuni, Wilson

Escala:
INDICADA

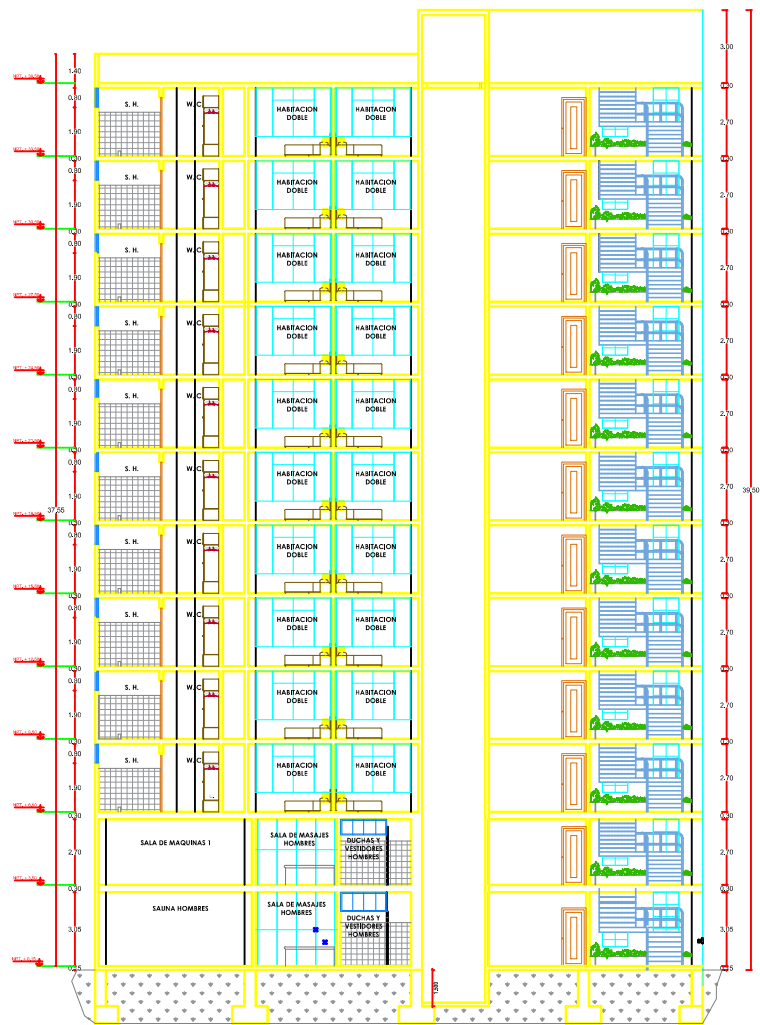
Fecha:
Junio del 2021

Plano: HOTEL
PLANO DE
ESTRUCTURA TÍPICA
DE 1° al 12° PISO

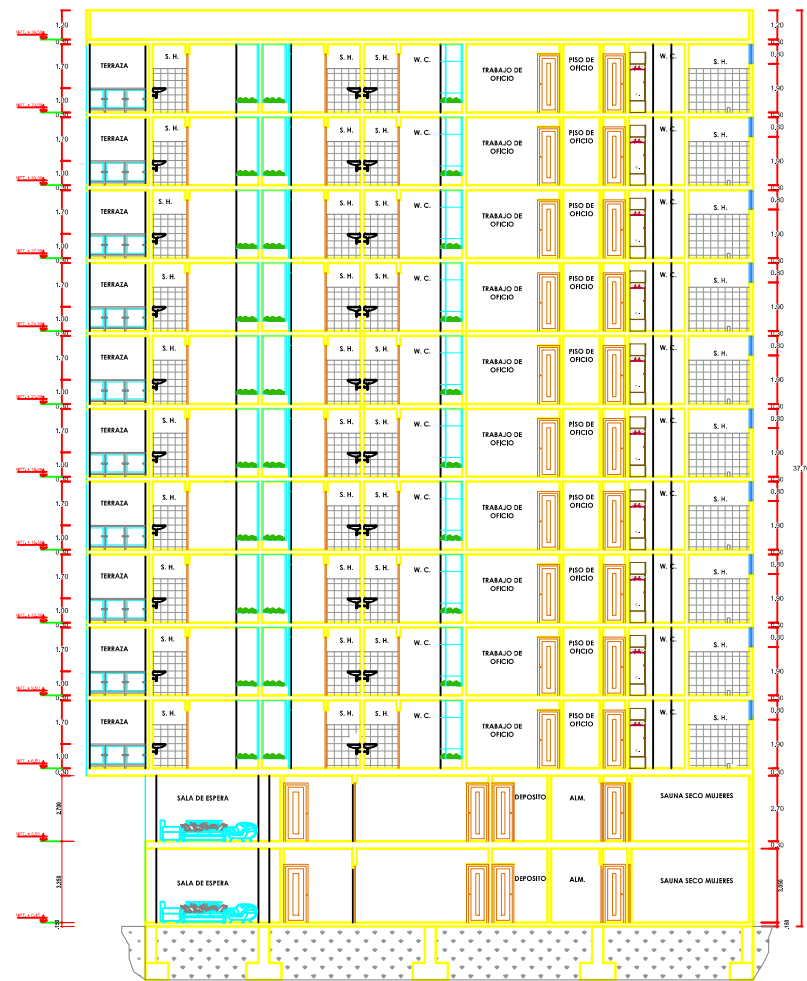
Ubicación:
Dist.: PUNO
Prov.: PUNO
Coto.: PUNO
Urbanización: Barrio Manto
Jiron: San Luis de Alvarado
Elaborado:
WCH y HUAV

LAMINA:

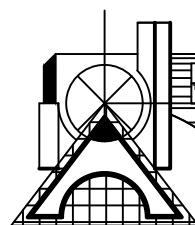
P-E.01-12P



CORTE B-B
Escala: 1/100



CORTE A - A
Escala: 1/100



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO

DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO - 2021

Resistas:

- Abarca Vargas, Harold Uriel
- Condori Huanacuni, Wilson

Escala:
INDICADA

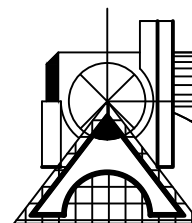
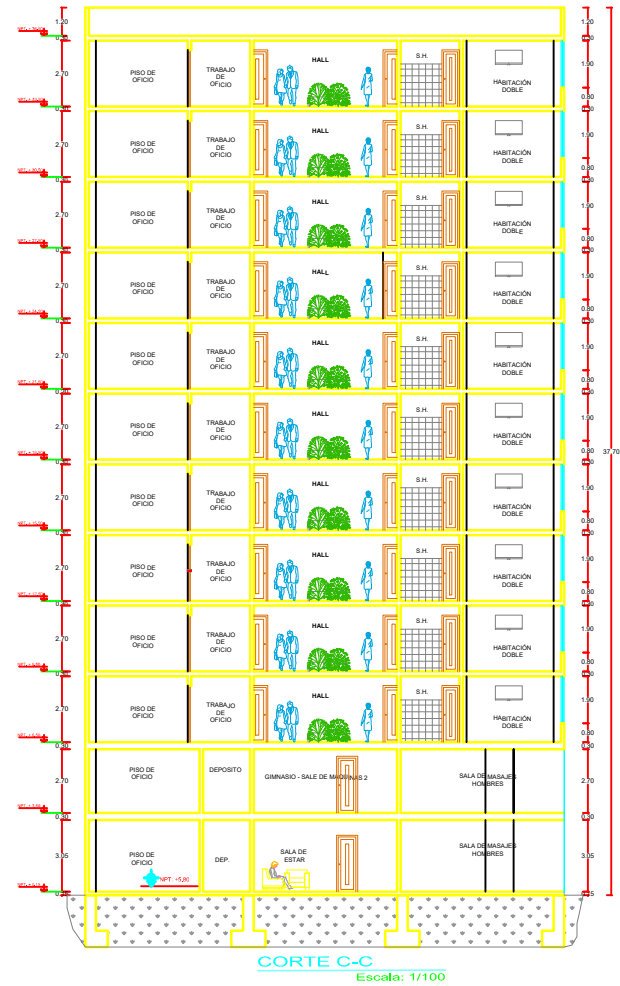
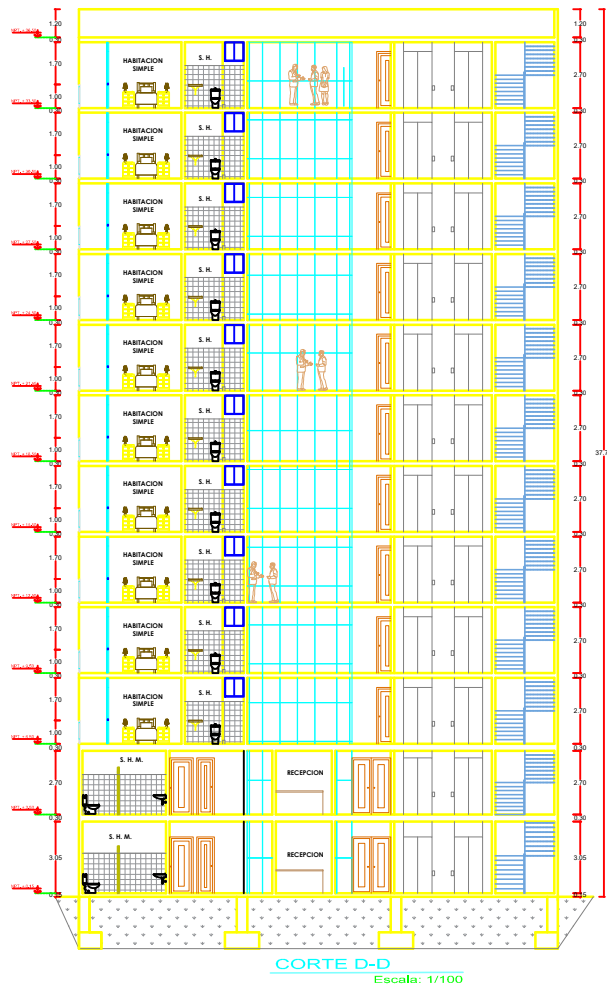
Fecha:
Junio del 2021

Plano: HOTEL
PLANO DE CORTE
A-A Y B-B DE 12°
PISO

Ubicación:
Dist.: PUNO
Prov.: PUNO
Dpto.: PUNO
Urbanización: Barrio Manto
Jiron: San Luis de Alvas
Elaborado:
WCH y HJAV

LAMINA:

P-C.12P



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO
TÍTULO: DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SÍSMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO-2021

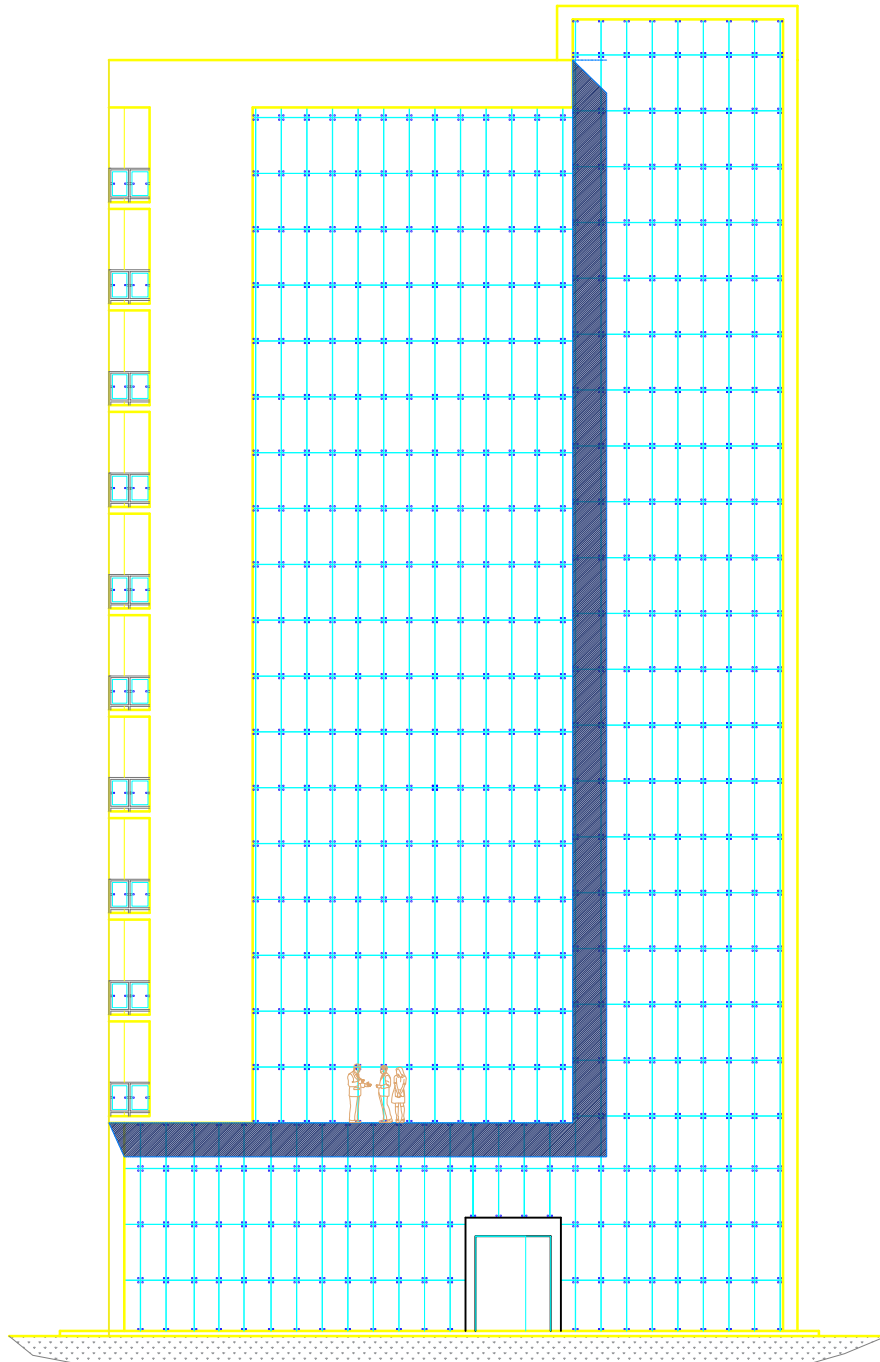
Asesoristas:
• Abarca Vargas, Harold Uriel
• Condori Huanacuni, Wilson

Escala: INDICADA
Fecha: Junio del 2021

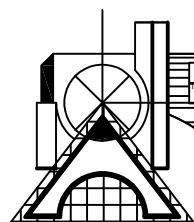
Plano: HOTEL
PLANO DE CORTE
C-C Y D-D DE 12º
PISO

Ubicación:
Dist.: PUNO
Prov.: PUNO
Dpto.: PUNO
Urbanización: Barrio Marito
Jiron: San Luis de Alvas
Elaborado:
WCH y HUAV

LAMINA:
P-C.12P



PLANO DE ELEVACION DE FACHADA
Escala: 1/100



"UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO"

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - FILIAL CAMPUS - CALLAO
DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO PARA MEJORAR LA RESPUESTA SISMICA EN UNA EDIFICACIÓN DE 12 PISOS EN PUNO-2021

Asesoristas:
• Abarca Vargas, Harold Uriel
• Condori Huanacuni, Wilson

Escala:
INDICADA

Fecha:
Junio del 2021

Plano: HOTEL
PLANO DE
ELEVACION DE
FACHADA 12° PISO

Ubicación:
Dist. : PUNO
Prov. : PUNO
Dpto. : PUNO
Urbanización: Barrio Marito
Jiron : San Luis de Alvarado
Elaborado:
WCH y HUAV

LAMINA:
E-PEF-12P